Die Gefährdung des Nervus Radialis bei Knochenbrüchen

Hermann Kaiser

1972

DISSERTATIONS – und FOTODRUCK FRANK oHG
8000 München 2 · Gabelsbergerstr. 15 · Tel.: 2 80 90 90

Aus dem Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus
Murnau/Obb.
ehemaliger Chefarzt: Prof. Dr. med. A. LOB
jetziger Chefarzt: Priv.-Dozent Dr. med. J. PROBST

Die Gefährdung des Nervus Radialis bei Knochenbrüchen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Hermann Kaiser
aus

München 1972

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. med. A. Lob
Mitberichterstatter:	Professor Dr. Dr. h.c. R. Zenker
Dekan:	Professor Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 25.7.1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Einleitung	1
II.	Häufigkeit von Verletzungen	9
	1. Einleitung, Prüfung und Häufigkeit der Radialisparese	11
	2. Ursachen der Nervenschädigungen	17
	3. Diagnostik	21
III.	Frakturen am Arm, Historisches und Therapie	30
IV.	Behandlung und Behandlungsergebnisse von Verletzungen des N. radialis	41
	1. Neurolyse	53
	2. Nervennaht	54
	3. Defektüberbrückung durch ein Transplantat	68
	4. Ersatzoperationen	71
V.	Eigene statistische Angaben	78
	1. Nebenverletzungen	85
	2. Art der Erstbehandlung	93
	3. Behandlungsdauer im UKM	111
	4. Ergebnisse der Behandlung im UKM	113
	5. Soziale Rehabilitation	119
	6. Wiedereingliederung in den Beruf	122
VI.	Zusammenfassung	123
VII.	Literatur	128

I. EINLEITUNG

Die Gefährdung des N. radialis bei Knochenbrüchen wird ganz wesentlich durch die Anatomie der oberen Extremität bestimmt und verständlich:
Das knöcherne Gerüst des Armes besteht zunächst aus dem Oberarmknochen, der über das Ellenbogengelenk mit der Elle und der Speiche in enger funktioneller Beziehung steht. Distal davon finden wir das proximale Handgelenk, ein Eigelenk, dessen Gelenkkopf von os naviculare, os lunatum und vom os triquetrum gebildet wird. Ihm folgt anschließend das distale Handgelenk, welches Bewegungen zwischen der oben erwähnten Handwurzelknochenreihe und den übrigen Handwurzelknochen, bestehend aus os trapezoideum, os capitatum, os hamatum und os pisiforme, gestattet. Außer den Gelenken, in denen die einzelnen Bewegungen der Finger vor sich gehen, ist noch das Handwurzel-Mittelhandgelenk, Articulatio carpometacarpea communis, von Bedeutung, das zwischen der distalen Reihe der Handwurzelknochen und den ossa metacarpalia I-V liegt. Den Mittelhandknochen folgen schließlich die Phalangen der einzelnen Finger. Die nervöse Versorgung der oberen Extremität erfolgt durch den Plexus brachialis,

der seine Fasern aus den vorderen Ästen der Rückenmarksegmente C_5, C_6, C_7, C_8 und Th_1 erhält. Seine Wurzeln ziehen hinter den Ursprüngen des M. scalenus anterior, der hinteren Scalenuslücke, zwischen 1. Rippe und Schlüsselbein hindurch, unmittelbar neben der A. subclavia im seitlichen Halsdreieck zur Achselhöhle. Dort teilt man das Armnervengeflecht je nach Lage zur Clavicula und nach dem Versorgungsgebiet ein in eine pars supraclavicularis und eine pars infraclavicularis.

Die pars supraclavicularis reicht distal bis zum Schlüsselbein und besteht aus kurzen Ästen für die tiefen Halsmuskeln und den Muskeln des Schultergürtels. Die pars infraclavicularis zieht vom Schlüsselbein aus durch die Achselhöhle distalwärts und zerfällt bereits in deren unterer Hälfte in ihre Äste, die auch als lange Äste des plexus bezeichnet werden und ausschließlich zum Arm ziehen. Hier gruppieren sie sich zu drei großen Strängen, den Primärfasciceln, aus denen dann in besonderer Weise die drei Sekundärstränge hervorgehen.

Die drei Fasciculi liegen hinter dem M. pectoralis minor und lagern sich so um die A. axillaris herum, daß man je einen Fasciculus posterior, radialis und ulnaris unterscheiden kann.

Der N. radialis der im Rahmen dieser Arbeit besondere Beachtung erfahren wird, geht zusammen mit dem N. axillaris aus dem Fasciculus posterior hervor.

Der Verlauf des N. radialis

Er zieht hinter dem N. ulnaris und der A. axillaris, vor dem M. subscapularis und den Sehnen des M. latissimus dorsi distalwärts, biegt hinter den Humerus und verläuft dann an dessen dorsaler Fläche im Sulcus n. radialis, bedeckt vom Caput laterale das M. triceps brachii in langgezogener Spirale distalwärts und lateralwärts. Bei Frakturen an dieser Stelle ist der N. radialis in hohem Maße gefährdet. An der Grenze zwischen mittlerem und unterem Drittel des Humerus durchbohrt er das Septum intermuskulare brachii laterale und gelangt an die mediale Fläche des M. brachioradialis in die Rinne zwischen dem M. brachioradialis und dem M. brachialis. Hier in Höhe des Radiusköpfchens spaltet er sich in den Ramus profundus und den Ramus superficialis. Der Ramus superficialis verläuft im Sulcus antebrachii radialis und zieht dann

proximal vom Processus styloides radii unter der Sehne des M. brachioradialis zum Handrücken und teilt sich hier in 5 Nn. digitales dorsales. Der Ramus profundus durchbohrt den M. supinator, zieht wieder spiralenförmig um den Hals des Radius zur Streckseite und zieht zwischen oberflächlichen und tiefen Extensoren nach distal und heißt nun N. interosseus dorsalis. Bei Frakturen und Luxationsfrakturen des proximalen Radiusendes und des Radiusköpfchens können infolgedessen Verletzungen des Ramus profundus entstehen.

Folgende Muskeln werden vom N. radialis innerviert:

Am Ellenbogengelenk:	M. brachioradialis
	M. triceps brachii
	M. extensor corpi radialis longus
	M. extensor corpi radialis brevis
Am Handgelenk:	M. extensor corpi ulnaris
An Fingergelenken:	M. extensor digitorum communis
	M. extensor indicis proprius
	M. extensor minimi digiti quinti

Am Daumen: M. extensor pollicis longus
M. extensor pollicis brevis
M. abduktor pollicis longus

Sensible Innervationsgebiete des N. radialis:

Der N. radialis innerviert sensibel etwa die radialen zwei Drittel des Handrückens, die Streckseite des Daumenend- und Grundgliedes und die Hautgebiete des Daumens zu beiden Seiten des Nagels. Die Streckseite der Grundglieder des 2. und 3. Fingers wird vollständig und die der Mittelglieder teilweise vom N. radialis versorgt.

Bewegungen im Ellenbogengelenk:

Ober- und Unterarm können im Ellenbogengelenk gebeugt (40 Grad) und gestreckt (180 Grad) werden.

Bewegungen im Handgelenk:

Dorsalflexion etwa 70 Grad, Palmarflexion 80-90 Grad, Radialabduktion 15-20 Grad, Ulnarabduktion 40 Grad. Eine Kombination der Flächen- und Randbewegungen führt zum Handkreisen (Circumduktion). (VOSS u. HERRLINGER)

Bewegungen der Finger:

Die Fingergrundgelenke sind Kugelgelenke. Der Mittelfinger wird um gut 20 Grad radial- und ulnarwärts abduziert. Die übrigen Finger werden zum Mittelfinger entweder ab- oder herangeführt. Der Zeigefinger ab- und abduziert um etwa 60 Grad, der Ringfinger um 20 Grad und der Kleinfinger um 50-60 Grad. Die Fingermittel- und Endgelenke sind Scharniergelenke. Die Beugung der Mittelgelenke liegt bei etwa 100 Grad, die der Endgelenke bei 70-80 Grad. Die Streckung im Mittelgelenk beträgt 80 Grad, während im Grundgelenk wie auch im Endgelenk eine Überstreckung, zumindest passiv, möglich ist. Sie kann bis zu 40 Grad betragen. (SCHNEIDER)

Bewegungen des Daumens:

Der Daumen hat funktionell 3 Gelenke (anatomisch nur 2). Am größten ist die Beweglichkeit im Daumensattelgelenk. Hier finden wir 2 Bewegungsachsen. In der dorsovolaren Achse werden Ab- und Adduktion ausgeführt, in der radioulnaren Opposition und Reposition. Eine gewisse Kreiselung kann passiv und auch im Zusammenhang mit der Opposition ausgeführt werden. Die Abduktion beträgt etwa 40 Grad, die Opposition 45-60 Grad. Das Daumengrundgelenk ist ein Scharniergelenk. Die Volarbeugung liegt bei etwa 60-90 Grad, die Streckung erfolgt bis 180 Grad. Das Daumenendgelenk ist ebenfalls ein Scharniergelenk mit einer Beugung von 80-90 Grad und einer Streckung bis 180 Grad. (SCHNEIDER)

Überstreckung kommt teilweise in einigen Berufen vor, sonst ist sie pathologisch (z.B. TURNER-Syndrom, EHLERS-DANLOS-Syndrom).

Diese anatomischen Grundzüge sind von ganz wesentlicher Bedeutung für das Verständnis und die Bedeutung von Verletzungen an Arm und Hand. Die Erkennung,

die sachgemäße Therapie und Rehabilitation von Brüchen und Nervenverletzungen finden ihre besondere Bedeutung in der Tatsache, daß die Hand bzw. der Arm durch ein fein ausdifferenziertes Wechselspiel den "Kontakt zur Umwelt" (H.J. MÜLLER) herstellen. Erst die Opponierfähigkeit des Daumens beispielsweise ermöglichte es dem Menschen,in seiner vorgeschichtlichen Entwicklungsphase nach Gegenständen zu greifen, um sich dann mit diesen gedanklich auseinanderzusetzen. Kein Tier, auch nicht der hochentwickelte Menschenaffe besitzt diese scheinbar so einfache Fähigkeit, die Hand so geschickt als Greifzange zu verwenden. Möglicherweise stellte diese Tatsache einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung der menschlichen Denkfähigkeit dar.

II. HÄUFIGKEIT VON VERLETZUNGEN:

Die Kontaktaufnahme der Hand mit den verschiedensten Gegenständen der Umgebung und die Abwehr gefahrbringender Situationen (Parierfraktur, Abstützfraktur, Verbrennungen der Arme und Hände bei der reflektorischen Deckung des Gesichtes) bringen es mit sich, daß ein hoher Prozentsatz aller Unfälle mit einer Verletzung der oberen Gliedmaßen einhergeht.
Eine landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft hat bei 9 000 Arbeitsunfällen 25 % Verletzungen der Arme und Hände festgestellt.
Nach L. BÖHLER sind es 42 % aller Arbeitsunfälle, nach K. H. BAUER 44 % aller Arbeits- und 15 % aller Verkehrsunfälle, die eine Verletzung der oberen Extremität aufweisen. (H. J. MÜLLER)
Die immer mehr wachsende Industrialisierung und vornehmlich der sprunghaft steigende Straßenverkehr lassen ein ständiges Zunehmen von Verletzungen zu einem echten Problem werden. So teilt LOB die Verletzungen ein in:

1. Verletzungen des Verkehrs (einschließlich Wegeunfälle der gesetzlichen Unfallversicherung)
2. Verletzungen in gewerblichen Betrieben ("Arbeitsunfälle")

3. Verletzungen in landwirtschaftlichen Betrieben

4. Sportverletzungen

5. Häusliche Verletzungen.

Zahlen von Verkehrstoten und Verletzten in der Bundesrepublik nach K. H. BAUER und des ADAC:

	1956	1957	1958	1959	1960
Tote	13427	13004	12169	13822	14406
Verletzte	383145	376141	372524	419827	454960
	1961	1962	1963	1964	1965
Tote	14543	14445	14513	16494	15753
Verletzte	446927	428488	424298	446172	433490
	1966	1967	1968	1969	1970
Tote	16868	17084	16636	16646	19103
Verletzte	456832	462048	468718	472387	531745

P. KOPP und W. ONDRUF weisen schließlich noch auf die volkswirtschaftliche Bedeutung selbst banaler Unfälle hin und kommen zu dem Ergebnis, daß sie die Gesellschaft mehr belasten als manche Krankheitszustände.

Sie begründen diese Tatsache wie folgt:

1. Unfälle beinhalten mehr oder weniger große materielle Zustörung
2. Sie betreffen überwiegend Menschen in arbeitsfähigem Alter
3. Unfälle haben eine lange Arbeitsunfähigkeitsdauer zur Folge
4. Die soziale und finanzielle Unterstützung des Verunglückten ist besonders hoch.

1. Einteilung, Prüfung und Häufigkeit der Radialisparese

Je nach dem Sitz der Läsion am N. radialis unterscheidet G. KAISER grundsätzlich drei Arten von Speichennervlähmungen:

a. Die untere)
b. Die mittlere) Radialisparese
c. Die obere)

ad a: Die untere Radialislähmung ist vergleichsweise selten und ist dem Wesen nach eine Schädigung des Ramus profundus im proximalen Unterarmbereich. Das typische Bild der "Fallhand" fehlt hier, da die Extension im Handgelenk noch erhalten ist. Je nach Höhe der Nervenschädigung kommt es aber zu einem mehr oder minder ausgeprägten Ausfall der Strecker der Fingergrundphalangen, der Hand und des Daumenabduktors. Sensible Ausfälle kommen bei dieser Art Lähmung selten vor. Der "klassische" Knochenbruch (aber auch bei Luxation und Luxationsfraktur möglich), der zu dieser unteren Radialisparese führt, ist der Bruch am proximalen Radiusende und am Radiusköpfchen.
Zur Erkennung dieses Lähmungstyps muß man stets die Radialisfunktion bei gebeugtem Fingergrundgelenk prüfen, um die Wirkung der Mm. lumbricales und Mm. interossei auszuschalten, die ihrerseits vom N. ulnaris bzw. N. medianus versorgt werden.

ad b: Die mittlere Radialisparese, die mit großem Abstand die häufigste ist, zeigt alle Charakteristika der schulbuchmäßigen Speichennervlähmung.

Die nicht zu übersehende "Fallhand" ist das Ergebnis des Ausfalls aller Strecker der Finger und der Hand - der Ruhetonus der Beuger überwiegt. Die Supination des Unterarmes (der M. brachioradialis wird vom N. radialis innerviert!) und die Beugung im Ellenbogengelenk ist geschwächt. Die Sensibilität an der Radialseite der Handwurzel ist gestört.
Der "klassische" Knochenbruch, der zu dieser Lähmung führt, ist der Oberarmschaftbruch, also die Stelle, wo der Nerv dem Knochen unmittelbar aufliegt.
Die Prüfung der Supinationsfähigkeit ist bei gestrecktem Unterarm vorzunehmen, um die supinierende Komponente des M. biceps auszuschalten. Da die Fingerbeugung regulär bei überstrecktem Handgelenk erfolgt, ist deren Prüfung bei passiv überstrecktem Handgelenk durchzuführen, um eine mögliche Medianus-Ulnarislähmung auszuschließen.

ad c: Die obere Radialisparese kommt am seltensten vor. Hier treten alle oben erwähnten motorischen und sensiblen Ausfälle auf, hinzu kommt noch der

Ausfall des M. triceps, der praktisch auch die aktive Streckung im Ellenbogengelenk unmöglich macht.

Lähmungen des N. radialis bei Knochenbrüchen sind häufig und praktisch wichtig.
Nach L. BÖHLER, der eine Statistik des Unfallkrankenhauses Murnau von 1953 - 1963 zitiert, gab es bei 51 operativ behandelten geschlossenen Oberarmschaftbrüchen 6 Radialislähmungen, und bei 16 operierten offenen Brüchen 1 Lähmung.

KÜPPERMANN und TUNCAY berichten aus der chirurgischen Klinik Dortmund von 1959 - 1965 bei 23 operativ behandelten geschlossenen Oberarmschaftbrüchen von 2 Radialislähmungen und bei 189 konservativ behandelten geschlossenen Frakturen sogar von 5 Lähmungen des Speichennerven.
Bei 172 Patienten des Unfallkrankenhauses Murnau mit Nervenverletzungen am Arm betrug die Beteiligung der einzelnen Nerven:

N. radialis	55 (32,0 %)
N. ulnaris	50 (29,1 %)
N. ulnaris et N. medianus	38 (22,0 %)
N. medianus	12 (7,0 %)
N. ulnaris et N. radialis	8 (4,7 %)
N. medianus et N. radialis	5 (2,9 %)
N. ulnaris, N. medianus et N. radialis	4 (2,3 %)

(SCHNEIDER)

Nach MUMENTHALER machen Schädigungen des N. radialis 15 % aller traumatischen Nervenverletzungen aus. Nach REMAK sogar 50 % aller peripheren Nervenläsionen. GOLDNER und KELLEY sprechen von 19 % und führen bei 39 Patienten des Duke Medical Center folgende Ursachen der Schädigung an:

Oberarmschaftbruch	34 (!)
Unterarmbruch	3
Schultergelenksverrenkung	1
Radiuskopfverrenkung	1

Bei den Oberarmbrüchen waren 15 im mittleren und 18 im distalen Drittel lokalisiert.

Für die Prognose ist es nicht unerheblich, an welcher Stelle der Verlauf des Nerven geschädigt ist. Die Heilungschancen nehmen mit zunehmender Entfernung vom Rückenmark stetig ab. So ist also die Prognose der oberen Radialisparese in Bezug auf Regenerationsfähigkeit des Nerven günstiger zu beurteilen als die der mittleren oder gar der unteren Lähmung.
Von den oben erwähnten Patienten des UKM mit Radialisschädigung verteilt sich der Ort der Schädigung wie folgt:

Hand	3
Unterarm	10
Ellenbeuge	5
Oberarm	33 (!)
Schulter	3

2. Ursachen der Nervenschädigungen:

W. SCHINK zählt in einer Veröffentlichung über die chirurgische Behandlung der Armnervenverletzungen nach H. SCHELLER folgende Ursachen auf, die zur Schädigung des N. radialis führen:

1. Offene oder geschlossene Verletzungen
2. Thermische oder elektrische Einwirkungen
3. Infektiös - toxische Einwirkungen
4. Exogen - toxische Einwirkungen
5. Stoffwechselstörungen
6. Durchblutungsstörungen.

Er weist zugleich darauf hin, daß bei den Verletzungen der überwiegende Großteil Knochenbrüche des Oberarmes darstellen.
Nach GOLDNER und James KELLEY waren außer den erwähnten Frakturen und Luxationen folgende Ursachen aufgezählt:

Quetschungen und Kontusionen	5
Drucklähmungen, Schnürungen und Zerrungen (z.B. bei Operationen am Humerus)	9
Schuß- und Stichverletzungen	keine Zahlenangabe

Nach Beobachtungen von MUMENTHALER machen die Radialisparesen bei Humerusschaftfrakturen mehr als die Hälfte aller peripheren Nervenläsionen bei Frakturen im Bereiche der Extremitäten aus. Er zählt als weitere Ursachen noch die Drucklähmung im Bereich der Oberarmmitte auf und spricht davon entsprechend der häufigen ätiologischen Ursache von "Parkbanklähmung" oder der "paralysie des ivrognes". Radialisparesen der Neugeborenen stellen in der Regel ebenfalls Drucklähmungen in utero dar. Schließlich sei noch die "Bleineuritis" erwähnt, eine früher nicht so selten beobachtete Parese der Dorsalextensoren von Hand und Fingern. Sie tritt meist beidseitig auf und ist fast immer eine rein motorische Lähmung.
(SCHELLER)

Zu den Ursachen sei noch PSCHYREMBEL erwähnt, der der Häufigkeit nach einteilt in:

1. Verletzungen oder Druckschäden (z.B. Schlafdrucklähmung)
2. Überanstrengung (z.B. Anstreichen)
3. Intoxikationen (z.B. Blei).

In den Jahren von 1957 bis 1966 wurden an der chirurgischen Universitätsklinik Tübingen 136 Patienten mit Oberarmschaftbrüchen behandelt. Nach MAYER, ANDRASSY, VÖLTER waren von diesen Patienten die Hälfte unter 30 Jahre alt, 37 % davon waren Querfrakturen, die vorwiegend bei Verkehrsunfällen vorkamen. 10 dieser Patienten hatten eine Radialisparese. Verursacht wurde diese bei 5 Patienten durch Querbrüche, bei 4 durch Schrägbrüche, bei 1 durch einen Trümmerbruch. Der Frakturs itz war sechsmal im 3. Sechstel, dreimal im 4. Sechstel und einmal im 2.Sechstel. Bei allen Radialisparesen lag die Fraktur also in der unteren Hälfte. Es handelte sich bei 9 der 10 Brüche um Quer- und Schrägbrüche.
Abschließend sei noch zur Ursache von Speichennervverletzungen, die eine operative Behandlung erfahren, eine Betrachtung von LIEBICH aus dem Stadtkrankenhaus Kirchberg i. Sa. angeführt:

Einfacher Oberarmbruch	1 Fall
Gering gesplitterter Bruch	2 Fälle
Fremdkörperverletzung	4 Fälle
Amputationsverletzung	3 Fälle

Nach dem zeitlichen Auftreten der Lähmung ist es ferner noch von nicht unerheblicher Bedeutung, eine primäre von einer sekundären Radialisparese zu unterscheiden.

Die sekundäre Radialisparese

gebietet, darüber herrscht im Schrifttum einhellige Auffassung, sofort nach dem ersten Auftreten von Parästhesien operatives Vorgehen. Diese Lähmung tritt erst im Verlauf der Frakturheilung auf und wird durch überschießende Kallusmassen, Weichteilnarben, Ischämien und dergleichen verursacht. Sie beginnt zunächst mit Mißempfindungen und Kribbeln und pelzigem Gefühl am radialen Teil des Handrückens und der Finger, äußert sich dann in einer zunehmenden Schwäche der Hand, um dann schließlich zum kompletten klinischen Bild der Radialisparese zu führen.

Die primäre Radialisparese

wird von den verschiedenen Autoren in Bezug auf Zeitpunkt einer operativen Revision in unterschiedlichster Auffassung beurteilt. Es sind dies all die Nervenausfälle, die unmittelbar nach dem Unfallgeschehen auftreten. Es ist auch heute noch trotz modernster elektrisch-neurologischer Untersuchungsmethoden immer noch schwierig eine verbindliche Aussage darüber zu machen, ob eine Nervenverletzung spontan mit konservativen Methoden erholungsfähig ist oder ob eine Kontinuitätsunterbrechung des Nerven vorliegt, die eine spontane Regeneration unmöglich gestaltet.

3. Diagnostik

Die Diagnostik des geschädigten N. radialis oder eines peripheren Nerven ganz allgemein beruht auf einer Reihe von Untersuchungen der motorischen, sensiblen und autonomen Funktion desselben.

Untersuchung der Motorik

Die Untersuchung der motorischen Funktion eines Nerven setzt natürlich die Kenntnis des motorischen Versorgungsgebietes des Nerven voraus. Diese Methode ist geeignet, einmal festzustellen, welcher Nerv geschädigt ist, in welchem Ausmaße er geschädigt ist, zum anderen ist sie geeignet festzustellen, in welcher Höhe der Nerv die vermeintliche Schädigung erfahren hat. Diese Untersuchungsart gestattet es, außerdem festzustellen, Fortschritte der Regeneration grobklinisch zu registrieren. Dabei ist es am einfachsten, jeden einzelnen Muskel, soweit er der Palpation zugänglich ist, klinisch zu prüfen. Im Falle des N. radialis prüfe man also zweckmäßigerweise zuerst die Funktion von Muskelgruppen der anderen motorischen Armnerven, um eine Schädigung dieser auszuschließen. Schließlich beachte man jeden einzelnen Muskel von distal nach proximal, um die Lokalisation der Schädigung zu eruieren. Bei der Prüfung der Motorik muß man auch Innervationsanomalien bedenken, um nicht falschen Spuren auf der Fährte zu sein. Gerade bei der Hand kommen Anomalien der Innervation nach H. NIGST in etwa

20 % der Fälle vor, wobei sämtliche Übergänge von einer vollständigen Ulnaris-Versorgung aller Handmuskeln bis zur gänglichen Medianus-Innervation vorkommen können. Eine einfache und zugleich sichere Methode, andere Nerven auszuschalten, ist die Leitungsanaesthesie (H. NIGST).

Neben dieser klinischen Methode gestatten elektrische Untersuchungsmethoden weiteren Aufschluß über den Zustand des entsprechenden Nerven. Bei dieser Untersuchung wird erst mit faradischem, dann mit galvanischem Strom geprüft. Liegt eine Erkrankung eines peripheren motorischen Neuroms vor, findet man bei Reizung mit faradischem sowie mit galvanischem Strom verminderte oder gar aufgehobene Reaktion vor. Die normale Zuckungsformel K.S.Z. $>$ A.S.Z. ist dann umgekehrt: K.S.Z. $<$ A.S.Z. oder sie sieht so aus K.S.Z. = A.S.Z.. Jede Abweichung von der Norm wird als Entartungsreaktion (E.A.R.) bezeichnet.
Zur besseren Übersicht dient nachfolgende Tabelle von H. NIGST:

Tabelle 1

Stromart	Reizort	Partielle Denervation	Vollständige Denervation	Muskelfibrose	Neuropraxie
Faradisch	Nerv	blitzartige Zuckung	rasche, aber schwache Zuckung	Keine Zuckung	keine Zuckung oberhalb des Blockes; normal unterhalb
	Muskel	blitzartige Zuckung	rasche, aber schwache Zuckung	keine Zuckung	normale blitzartige Zuckung
Galvanisch	Nerv	blitzartige Zuckung	rasche, aber schwache Zuckung	keine Zuckung	keine Zuckung oberhalb des Blockes; normal unterhalb
	Muskel	blitzartige Zuckung	gemischte Zuckungsart	1. wurmförmige Zuckung 2. Umkehr der Zuckungsformel	normale blitzartige Zuckung

Außer diesen Methoden konnten sich in neuerer Zeit besonders die Elektromyographie und die Intensitäts-Dauer-Kurven als Untersuchungsmethode peripherer Nerven durchsetzen.

Die Arbeitsweise des Elektromyogramms beruht, ganz analog dem EKG, auf der Messung von Aktionsströmen des arbeitenden Muskels. Ein gesunder ruhender Muskel ist elektrisch stumm, während bei Reizung desselben Aktionsströme meßbar sind. Unter pathologischen Verhältnissen können jedoch bereits beim ruhenden Muskel Fibrillationen auftreten, die dann das Myogramm in typischer Weise verändern und als sicheres Degenerationszeichen des distalen Neuroms gedeutet werden können. Werden neben diesen Fibrillationen noch Aktionspotentiale festgestellt, so spricht dies für eine partielle Nervenschädigung, bei der noch intakte motorische Elemente vorhanden sind.

Die Intensitäts-Dauer-Kurven zeigen an, ob ein Gewebe noch reizbar ist oder nicht. Ein bestimmter elektrischer Strom muß, um am Muskel eine Kontraktion hervorzurufen, eine gewisse Zeit auf diesen einwirken. Dabei verhält sich die Stromintensität

und die Einwirkungszeit umgekehrt proportional. Beim Aufzeichnen solcher Verhältnisse ergeben sich charakteristische Kurven, die es gestatten, bestimmte Aussagen über den Innervationszustand eines Muskels zu machen. Diese Methode eignet sich auch besonders gut dazu, das Fortschreiten eines möglichen Regenerationsprozesses zu beurteilen und zu verfolgen. Ein weiteres wichtiges Hilfsmittel stellt die Muskelbiopsie dar, die es gestattet, konkrete Aussagen über den Grad der degenerativen Beschaffenheit von Muskel und Nerv zu machen.

Untersuchung der Sensibilität

Der Berührungs- und Schmerzempfindung kommt bei der Beurteilung peripherer Nervenschädigungen sehr große Bedeutung zu. Ist ein peripherer Nerv durchtrennt, so finden sich gut abgegrenzte Sensibilitätsausfälle, die allerdings, wegen der Überlappung angrenzender Autonomgebiete, kleiner sind als das anatomische Versorgungsgebiet des betreffenden Nerven.

Das Ausfallsgebiet eines Nerven ist gleich nach der Verletzung am größten und schon nach wenigen Tagen kann der angrenzende Nerv die sensorische Funktion übernehmen. SPIELMEYER hat beobachtet, daß auch nach vollständiger Durchtrennung eines Nervs keine entsprechenden Sensibilitätsausfälle entstanden. Er vermutet hier sofort einsetzende Anastomosenbildungen. R. JUNG konnte nachweisen, daß der Ausfall der Tiefensensibilität einen weit größeren Raum einnimmt als die Temperatur- und Berührungsempfindung.

Wir kennen heute drei gebräuchliche Methoden, die subjektive, die funktionelle und die objektive Sensibilitätsstörung zu testen.
Zur subjektiven Testung verwendet man, um die Berührungsempfindung zu prüfen, Wattestäbchen oder das v. FREY'sche Haar. Die Schmerzempfindung stellt man mit einer Nadel fest, während der Temperatursinn mit warmen bzw. kalten Reagenzgläsern geprüft werden kann. Daneben gibt es noch verfeinerte Methoden, wie die SEDDON'sche Münzenprobe, den WEBER'schen Tastzirkelversuch und das Zahlenschreiben.

Jedoch sollten diese angeführten Methoden nur zur groben Orientierung dienen, da ihnen eine Reihe von Fehlerquellen zugrundeliegen, die falsche Vorstellungen vom wahren Gebrauchswert der Hand vermitteln können.
Der funktionelle Sensibilitätstest von MOBERG gestattet es, in vielen Fällen eine erhebliche Gebrauchsminderung der Hand festzustellen, obwohl Motorik und Grobgefühl voll erhalten sein können. MOBERG geht von dem Gedanken aus, daß nur die Hand, die den vollen Gebrauchswert besitzt, Münzen von einer platten Unterlage ohne Kontrolle des Auges aufnehmen kann. Auch das Erkennen und Unterscheiden von verschiedenen Münzen mit verbundenen Augen läßt gültige Rückschlüsse auf die "taktile Gnose" zu. Der objektive Sensibilitätstest läßt Rückschlüsse auf die autonomen Funktionen der Hand zu.

Untersuchung der autonomen Funktionen

Das Fehlen oder die Minderung der Schweißsekretion kann als objektives Zeichen für die Unterbrechung der vegetativen Verbindung eines Hautabschnittes

zum Zentrum gedeutet werden. Es gibt eine Reihe von mehr oder weniger brauchbaren Möglichkeiten, diese Gegebenheit nachzuweisen.

Man bestreicht einmal den zu prüfenden Hautbezirk mit Jod-Stärke (MINOR 1927) oder Eisensalz-Gerbsäure (H. NIGST), neuerdings auch mit Quinizarin (L. GUTTMANN 1940). Der Grad der Farbveränderung läßt hierbei wiederum Rückschlüsse auf Intensität der Schweißsekretion zu.

KAHN wählte die direkte Methode und betrachtete die Schweißsekretion mit dem Ophthalmoskop oder mit einem Glasprisma.

Ein weiteres Verfahren, die Menge der Schweißsekretion nachzuweisen, ist die Messung des elektrischen Hautwiderstandes. An Stellen mit fehlender Sekretion ist der Widerstand der Haut deutlich erhöht.

Ein neueres Verfahren, das durch seine Objektivität, rasche und einfache Durchführungsmöglichkeit und hohe Empfindlichkeit besticht, hat sich in Form des ebenfalls von MOBERG entwickelten Ninhydrintests bewährt. Auch hier dient der Nachweis der Schweißsekretion, um die autonome Funktion eines Nerven zu prüfen. (GELDMACHER)

Schließlich können noch vasomotorische und trophische Störungen zur Beurteilung autonomer Nervenfunktionen herangezogen werden. Sie äußern sich in Veränderungen der Hauttemperatur und Farbe und Aussehen der Nägel und der Behaarung sowie Atrophie der Hand und seiner Finger, Ulcerationen, Blasen- und Ödembildung.

III. FRAKTUREN AM ARM, HISTORISCHES UND THERAPIE

Historisches

Der auch heute noch gültige Grundsatz der Frakturbehandlung, nämlich Reposition und anschließende Fixation, ist schon in den hippokratischen Schriften erwähnt. Die Ruhigstellung mittels Gipsverband führte erstmals der holländische Militärarzt MATTHEYSEN (1852) ein. Die Idee der Extensionsbehandlung stammt von Richard v. VOLKMANN, während BARDENHEUER die Heftpflasterextension ausbaute. CODIVILLA (1903) und STEINMANN (1907) waren die ersten, die eine direkt am Knochen angreifende Extensionsbehandlung einführten. Die Drahtextension hat 1913 KLAPP entwickelt, die Einführung des rotierenden Drahtes KIRSCHNER. Den Drahtnagler hat ZENKER angegeben.

Die Idee der operativen Fixierung der Knochenfragmente ist etwa 100 Jahre alt; die ersten Versuche auf diesem Gebiet unternahm GURLT im Jahre 1862. Nur wenig später war es 1877 LISTER, der die Knochennaht der frakturierten Kniescheibe einführte. Um eine primäre Osteosynthese bemühten sich F. KÖNIG (1902), E. und A. LAMBOTTE (1907), LANE, SCUDDER. Am Gedanken der "Nagelung" arbeitete man ungefähr ein Jahrhundert lang, ohne daß diese Methode sich durchsetzen konnte. Es begann Mitte des vorigen Jahrhunderts mit der Nagelung von Schenkelhalsbrüchen mittels Elfenbeinstifte durch DIEFFENBACH und B. v. LANGENBECK, denen viel später der Dreilamellennagel (aus nichtrostendem Stahl) von SMITH-PETERSEN folgte. Diese Nagelung erfolgte immer noch im spongiösen Knochen. Eine "innere Schienung" im Mark selbst versuchten NICOLAYSEN (1897), DELBERT (1906), SCHÖNE (1913) mit duktilen Silberstäben. HEY GROVES (1916) mit massiven Metallstäben, ähnlich später MÜLLER-MEERBACH (1933). L. V. und H. L. RUSH (1927) nahmen ebenfalls massive, aber in Längsrichtung federnde Metallstäbe für ihr "Intermedullary Pinning". DANIS (1937), LAMBRIDUNI (1940) verwandten massive Stahldrähte. (J. HÜBNER)

Eine entscheidende Aktivierung und in der Folgezeit weite Verbreitung erfuhr die "Marknagelung" 1940 durch KÜNTSCHER, der seine Methode auf dem RISSLER-Verfahren (Bolzen aus Elfenbein oder Knochen zur Vereinigung von Schaftbrüchen) aufbaute.
Viele der heute gebräuchlichen Methoden der operativen Knochenbruchheilung bauen auf KÜNTSCHER auf.
1958 fand sich eine Gruppe von 15 schweizerischen Chirurgen und Orthopäden unter der Führung von ALLGÖWER, MÜLLER und WILLENEGGER zusammen und bildeten die "Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen" AO, die sich kritisch mit den üblichen Verfahren der operativen Frakturversorgung auseinandersetzte (J. HÜBNER).
Sie entwickelten in jahrelanger Arbeit drei verschiedene Typen von Knochenschrauben und die Lochdruckplatte, die eine stabile Osteosynthese mittels primärer Knochenheilung, also ohne Kallusbildung ermöglichen soll.

Behandlung und Behandlungsergebnisse von Speichennervlähmungen bei Knochenbrüchen

Oberarmschaftbruch: Konservative oder operative Behandlung?

Wohl selten haben sich im Fachgebiet der Chirurgie die Meinungen über eine optimale Therapie der Oberarmschaftfrakturen so gegensätzlich versteift wie in der Frage: Soll konservativ oder operativ behandelt werden. (Siehe 81. Tagung der "Deutschen Gesellschaft für Chirurgie" 1964).
Mit der Fragestellung, ob und zu welchem Zeitpunkt operativ vorgegangen werden soll oder nicht, berühren wir eine der Hauptfragestellungen, die im Rahmen dieser Arbeit besonders interessieren. Die operative Frakturbehandlung sollte Kliniken vorbehalten bleiben, die über die nötigen Voraussetzungen verfügen. Wie groß dieser Widerspruch ist, erhellen einige wesentliche Stimmen aus dem Schrifttum:

Es sollen erst alle anderen Bruchbehandlungsmethoden versucht werden, bevor man sich zur Nagelung entschließt (HEIM) - Bei Erwachsenen werden nahezu

alle Oberarmschaftbrüche genagelt. Am besten geeignet sind kurze Schrägbrüche (MAATZ und Mitarbeiter) - Gutstehende Frakturen sollen nicht genagelt werden (RAISCH) - Es sollen nur geschlossene Querbrüche des mittleren Drittels am Oberarm genagelt werden (L. BÖHLER und J. BÖHLER) - Die Marknagelung langer Röhrenknochen ist eine ausgesprochene Methode der Auswahl (SCHLEYER) - Querbrüche sind besonders geeignet. Am günstigsten sind das erste und das dritte Viertel (KÜNTSCHER und MAATZ) - Dort, wo der Nagel keine stabile Osteosynthese erreicht, wird er besser durch andere Vereinigungsarten ersetzt (HÄBLER, H. MARWEGE).

Es finden sich im Schrifttum in erster Linie drei Komplikationen, deren Vermeidung den Anhängern sowohl der einen wie auch der anderen Gruppe Rechtfertigungsgründe ihrer Methode geben soll:

1. Die Falschgelenksbildung
2. Die Infektion
3. Die Speichennervlähmung.

Zwei Gegenüberstellungen mag das Gesagte "erhellen".

Tabelle (R. TUNCAY) 2

Autor, Klinik, Jahrgang	Behandlung	Zahl der Fälle	primäre Heilung	Pseud-arthrose	Infektion	Radialis-parese
	Geschlossene Brüche (104 Fälle)					
LOB, UKM von 1953 bis 1963 mitgeteilt von BÖHLER	Konservativ vorbehandelt	53	53	0	0	0
	Operativ vorbehandelt	51	29	22	8	6
	Offene Brüche (22 Fälle)					
	Konservativ vorbehandelt	6	4	2	1	0
	Operativ vorbehandelt	16	6	10	4	1
	Geschlossene Brüche (212 Fälle)					
KÜPPERMANN und TUNCAY Unfall- und chirurg. Klinik Dortmund von 1959 bis 1965	Konservativ vorbehandelt	189	187	2	0	5
	Operativ vorbehandelt	23	20	3	0	2
	Offene Brüche (11 Fälle)					
	Operativ vorbehandelt	11	9	2	2	0

MARWEGE berichtet aus dem Hafenkrankenhaus Hamburg über 112 Kranke mit Oberarmschaftbrüchen in der Zeit von 1945 - 1952. 42 dieser Patienten wurden mit Marknägeln nach KÜNTSCHER versorgt. Dreimal konnte eine Falschgelenkbildung beobachtet werden, in drei weiteren Fällen eine Schädigung des N. radialis. Der Autor kommentiert weiter: "Die Zahl der von uns mit einem Oberarm-Marknagel versorgten Kranken ist nur klein. Dennoch glauben wir sagen zu können, daß sich der Chirurg bei jedem Quer- oder Schrägbruch des Oberarmschaftes überlegen sollte, ob nicht eine Anzeige zur Marknagelung besteht. Gerade die Marknagelung des Oberarmschaftbruches läßt uns viele Wege offen".

Von 1948 bis 1963 wurden in der Universitätsklinik Göttingen 19 Patienten mit Radialisschädigungen nach Oberarmschaftfrakturen behandelt. Bei 10 Verletzten war die Lähmung unmittelbar nach dem Unfall, bei den restlichen 9 erst nach der operativen Versorgung bzw. Nagelung der Fraktur aufgetreten. (G. FUCHS) Die Zahl der Radialislähmungen nach operativer Frakturbehandlung ist in diesem Falle erschreckend hoch (nahezu die Hälfte dieser Beobachtungen).

FUCHS hält überdies den Zeitpunkt der Operation bei primären Radialislähmungen für einen entscheidenden Faktor und veröffentlichte folgende Übersicht:

Tabelle (FUCHS) 3

Lähmung beim Unfall: 10

Lähmung nach Operation: 9

Zeitpunkt der OP nach Verletzung	Zahl der Patienten	Art der Operation			Behandlungsergebnisse		
		Neurolyse	Naht	Probeexploration	voller Erfolg	Teil-erfolg	Miß-erfolg
1 - 8 Tage	4	4	-	-	4	-	-
3 - 16 Wochen	7	4	1	2	4	-	3
Später als 4 Monate	5	1	2	2	-	2	3
Operation verweigert	2	-	-	-	-	-	2
Konservativ	1	-	-	-	1	-	-

Es ließen sich noch unzählige statistische Angaben anführen, die einerseits klar für die konservative Behandlungsweise sprechen, andere Veröffentlichungen können mit Zahlenangaben aufwarten, die sehr für eine chirurgische Therapie sprechen.
Es steht jedoch fest, daß das operative Vorgehen (Marknagel, HÄBLER (1943), MARWEGE (1954), KÜNTSCHER (1963); Rush Pin, GELBKE (1955), RUSH-GELBKE (1957), SPÄNGLER (1962) oder Bündelnagel, HACKETHAL (1961), BECK (1963) oder schließlich die Druckplatten-osteosynthese, MÜLLER und ALLGÖWER (1963) mit einer Reihe von Nebenverletzungen belastet sind. Diese sind in den besonderen anatomischen Verhältnissen begründet:

1. Der engen Nachbarschaft zwischen Humerus und Nervus radialis,
2. der ungleichen Weite der Markhöhle (man hat hier allerdings Markhöhlenbohrer konstruiert) und
3. der mangelnden Festigkeit der Kortikalis (MAYER, ANDRASSY, VÖLTER).

Übereinstimmend mit verschiedenen Autoren BÖHLER, BREITNER, BÜRKLE DE LA CAMP, KUHTZ, KÖPPERMANN, M. LANGE, MATZEN, ROSTOCK, ZETKIN u.a. hält TUNCAY die Indikation zur operativen Behandlung der Ober-

armschaftbrüche nur in folgenden Fällen für gegeben:

1. Wenn mit einer Schädigung oder Einklemmung des N. radialis gerechnet werden muß,
2. bei nicht reponierbarer Fehlstellung,
3. bei offenen Frakturen mit großen Wunden und
4. bei Verletzungen großer Gefäße.

FUCHS weist schließlich noch auf die besondere Gefahr hin, die Nagelung unter allen Umständen geschlossen erzwingen zu wollen. Bei Repositionsschwierigkeiten geschlossener Frakturen hält er offene Reposition und Freilegung des Nerven für angezeigt. Von 9 nach einer Nagelung aufgetretenen Speichennervlähmungen wurden 7 geschlossen genagelt. Bei Kenntnis der topographischen Beziehung des N. radialis zum Humerus ist es verständlich, daß umständliche Repositionsmanöver den Nerven leicht in den Bruchspalt bringen können.

IV. BEHANDLUNG UND BEHANDLUNGSERGEBNISSE VON VERLETZUNGEN DES N. RADIALIS

Ähnlich wie im vorausgehenden Abschnitt gilt es auch hier, zunächst die Frage zu klären, ob eine konservative oder eine operative Behandlungsmethode angezeigt ist. Von wenigen Ausnahmen abgesehen ist es nicht einfach, sofort eine klare Entscheidung zu Gunsten der einen oder anderen Behandlungsmaßnahme zu treffen. Neben Erfahrung und der genauen Kenntnis über Wesen und Art der Nervenschädigung ist es häufig nötig, um eine Entscheidung treffen zu können, einen gewaltigen diagnostischen Aufwand zu treiben, um sich über das Ausmaß der Verletzung und somit über den Behandlungsplan Klarheit zu verschaffen.

Zunächst gilt es, die Frage zu klären, ob es sich bei der jeweils vorliegenden Schädigung des Speichennerven um eine motorische, sensible oder autonome Störung handelt.

Liegt ein motorischer Ausfall vor, so ist es zuerst nötig, den Grad der Lähmung festzustellen. Am einfachsten gelingt dies bei der totalen, klassischen Speichennervlähmung, wenn der gesamte Nervenquerschnitt

geschädigt ist. Hier finden wir eine völlige motorische und sensible Lähmung gepaart mit vasomotorischen und trophischen Störungen bei einer kompletten E. A. R. In diesem Falle ist mit konservativen Methoden keine Besserung mehr zu erwarten. Hier ist die Operation die Methode der Auswahl, dabei ist es nebensächlich, ob die Kontinuität des Nerven erhalten ist oder nicht, ob überschießender Kallus oder Bindegewebe die Nervenfunktion aufheben oder ob narbige Veränderungen den Nerv schädigen. Ist jedoch eine geringe Leistungsfähigkeit des Nerven erhalten geblieben, ist es ratsam, durch häufige Untersuchungen sich über Entwicklung und Verlauf des Lähmungsbildes Klarheit darüber zu verschaffen, ob eine Operation notwendig werden wird. Tritt Besserung ein, so wird man eine abwartende Haltung einnehmen, bleibt der Zustand unverändert oder verschlechtert er sich gar, so wird man die operative Revision des Nerven vornehmen müssen.

Die Frühexploration des verletzten Speichennerven hat nach G. FUCHS (siehe Tabelle) die größte Aussicht auf Erfolg. Die überwiegende Mehrzahl der Autoren jedoch befürwortet eine Operation etwa in

der 4. Woche nach der Verletzung, da in dieser Zeitspanne etwa 60 % (STADIE) aller Nervenverletzungen spontan heilen und 30 % eine erhebliche Besserung erkennen lassen.
Schließlich wird die Auffassung vertreten, die Operation erst dann vorzunehmen, wenn die zu erwartende Funktionsrückkehr der Muskulatur ausgeblieben ist. Bei einer Regenerationstendenz des Nerven von 25 bis 30 mm pro Monat (nach STADIE 0,1 - 1 mm pro Tag, nach MUMENTHALER 1 mm pro Tag, nach W. SCHINK sogar 1,5 - 2 mm pro Tag) ist bei bekannter Höhe der Verletzung, in unserem Falle also der Frakturstelle, der Zeitpunkt der Reinnervation eines Muskels annähernd genau zu bestimmen (G. FUCHS). Am Beispiel einer Oberarmschaftfraktur mit Schädigung des N. radialis im Sulcus nervi radialis gemessen, müßte sich etwa die Funktion des M. brachioradialis am Ende des 4. Monats wieder einstellen.
Einen noch späteren Zeitpunkt zur Operation zu wählen, erscheint sinnlos, da nach dieser langen Zeit die Ganglienzelle bereits stark atrophiert ist und die Muskulatur fettig oder bindegewebig degeneriert ist.

Sensible Störungen bei erhaltener Motorik bedürfen in der Regel keiner operativen Behandlung. Schmerzzustände sollten erst nach 2 - 3-monatiger konservativer Therapie operativ behandelt werden. Ähnliche Verhältnisse liegen bei Störungen in der autonomen Nervenfunktion vor. Erst nach Mißerfolgen der konservativen Methoden sollten vasomotorische oder trophische Störungen operativ angegangen werden.
Zur Problematik von Ersatzoperationen soll später Stellung genommen werden.

a) Konservative Behandlung

Ehe auf die konservative Behandlung von Speichennervschädigungen eingegangen wird, sollen nach H. J. MÜLLER folgende grundsätzliche Forderungen vorausgeschickt werden.

1. Eine sinnvolle konservative Behandlung kann nur dann möglich sein, wenn durch die konservative Erstversorgung oder durch die operative Sofort- oder Spätmaßnahme (Wiederherstellungschirurgie) ein zufriedenstellendes Ergebnis erreicht worden ist.

2. Im Vordergrund aller konservativen Wiederherstellungsmaßnahmen stehen die aktiven Bewegungsübungen, die schon am ersten Tag nach der Verletzung oder Operation aufgenommen und mit allen nicht im Verband fixierten Gliedmaßenteilen durchgeführt werden.
3. Diese Übungen dürfen während und nach der Behandlung keine Schmerzen verursachen.
4. Passive Maßnahmen werden nur in Ausnahmefällen anzuwenden sein und müssen vom Arzt dem ausführenden Therapeuten demonstriert und laufend kontrolliert werden.
5. Die individuelle Dosierung und gegenseitige Abstimmung der krankengymnastischen, physikalischen und beschäftigungstherapeutischen Maßnahmen vermindert die Gefahr der Überreizung und verhindert eine vorzeitige Therapiemüdigkeit des Gewebes.
6. Ein Behandlungserfolg kann nur dann erreicht werden, wenn der Patient für die aktive Mitarbeit gewonnen werden kann.

Sinn der konservativen Behandlung peripherer Nervenlähmungen ist es, die gelähmte Muskelgruppe so bald wie möglich zu Kontraktionen zu veranlassen.

Dies ist nur möglich und sinnvoll, wenn die entsprechende Gliedmaße nicht ruhiggestellt werden muß. Die Dauer der Ruhigstellung soll nach M. LANGE (zit. n. MÖLLER) deshalb so kurz wie möglich und so lange wie nötig erfolgen. Eine Übungsbehandlung erscheint also erst im Stadium der Regeneration des Nerven, nicht aber auf dem Höhepunkt der Lähmung sinnvoll. Ein zu langes Hinauszögern der aktiven Bewegungsübungen läßt die Muskulatur degenerieren und atrophisch werden. Die quergestreifte Muskulatur hat eine Überlebenszeit von 20 Monaten. Bis zum Ablauf dieser Zeit muß der ausgewachsene Achsenzylinder den gelähmten Muskel erreicht haben, wenn man von der eintretenden Innervation überhaupt noch eine funktionell verwertbare Kontraktion erwarten will. Nach Ablauf der 20 Monate ist der Muskel bindegewebig und fettig degeneriert (MÖLLER). Bewegungsübungen läßt man am Beginn günstigerweise erst im lauwarmen Wasser (Bewegungsbad mit Pinimentholzusatz) durchführen und unterstützt sie mit durchblutungsfördernden Mitteln. Tritt dann eine Besserung ein, so läßt man aktiv gegen die Erdschwere bewegen, um schließlich der Bewegung noch einen Widerstand entgegenzusetzen. Mit zunehmender Muskelkraft ist der

Patient dann meist schon in der Lage, in eine Gruppenbehandlung mit einbezogen zu werden. Speziell bei Verletzungen des N. radialis wird die Geschicklichkeit der Hand durch eine funktionelle Beschäftigungstherapie, die den Neigungen und Fähigkeiten des Patienten sinnvoll angepasst sein sollte, günstig beeinflußt. Einen weiteren wesentlichen Faktor in der Lähmungsbehandlung stellt die Massage dar. Neben Streichen, Kneten und Reiben wird hier seit geraumer Zeit das senkrechte, elastische Klopfen erfolgreich angewandt. Bei der Radialislähmung müssen vor allem die betroffenen Strecker besonders gründlich bearbeitet werden. Bindegewebsmassagen, Vibrationsmassagen, Unterwassermassagen mit der HARFF'schen Regendüse fördern die Muskeldurchblutung und dienen einer gewissen Gewebsauflockerung. Eine Art Kombination von Gymnastik und der gewebsauflockernden Wirkung des Warmwassers wird durch die Wassergymnastik erreicht. Moorteilbäder und das Kneten von Schwämmen und Bällen in Moorbädern werden ebenso erfolgreich angewandt. Durch Herabsetzung der Reizschwelle mit galvanischen Bädern (4-Zellen-Bäder und Stangerbäder) kann man die Eigeninnervation erleichtern.

Neben den eben erwähnten Behandlungsmethoden gilt als wichtige Ergänzung die Einbeziehung des elektrischen Stromes in der Lähmungsbehandlung. Die Wirkung des galvanischen und des faradischen Stromes beruht, wie bereits erwähnt, auf einer Steigerung der Erregbarkeit und der Kontraktion des Muskels sowie auf seinem vasomotorischen und trophischen Einfluß. Läßt man einen galvanischen oder faradischen Strom durch den Arm fließen, so erkennt man eine deutliche Erregung der einzelnen Muskeln. Beim Ausschalten des Stromkreises verstummt die erzielte Erregung augenblicklich. Regelmäßige Stromdurchflutungen erhöhen ständig die Erregbarkeit der einzelnen Muskeln, die gelähmte Extremität - dies haben Tierexperimente bewiesen (SCHNEIDER) - erlangt ihre Beweglichkeit mit der elektrischen Behandlung schneller als jene ohne dieser Therapie.
Es hat sich gezeigt, daß der zuerst nur passiv durch den elektrischen Strom zur Kontraktion gebrachte Muskel nach wiederholt vorgenommenen Reizen nun aktiv in der Lage ist, die Kontraktion auszuführen. Die Inaktivitätsatrophie wird, wie bereits festgestellt, durch die unterbrochene Verbindung des Zentralnervensystems mit seinem Erfolgsorgan hervorgerufen. Die Elektrogymnastik soll nun mit Hilfe der

elektrischen Reizung diese gestörte physiologische Verbindung wenigstens zeitweise ersetzen, um so der drohenden Atrophie entgegenzuwirken.
Der elektrisch gereizte Muskel ist für die Dauer dieser Reizung nicht mehr inaktiv, was für die Erhaltung der kontraktiblen Elemente der Muskelfaser entscheidend ist. Hat man nun die "unterbrochene Leitung" durch geeignete Maßnahmen chirurgischer oder konservativer Art wieder hergestellt, so trifft sie auf einen "trainierten" Muskel.
Schließlich sei noch auf die neurotrope Wirkung der B-Vitamine besonders des Thiamins hingewiesen.

b) Operative Behandlung

1. Lagerung, Schnittführung und Freilegung des N. radialis für operative Eingriffe.

a) Am proximalen Humerus:

Der ganze Arm muß erhoben und nach außen gedreht sein. Die Schnittführung verläuft entlang der hinteren Achselfalte. Zuerst stößt man auf die

A. brachialis, anschließend findet man den Speichennerv. Er zieht dann vor dem M. subscapularis und den Sehnen des M. latissimus dorsi und M. teres major distalwärts, biegt dann lateral vom Caput longum m. tricipitis, um hinter dem Oberarmknochen in dessen Sulcus n. radialis zu verlaufen. Oder man legt die Schnittführung an den Hinterrand des M. deltoideus, hält diesen nach oben und findet den Nerven am Rand des M. triceps.

b) Im mittleren Oberarmdrittel:

Auch hier wird der Arm leicht erhoben, jedoch einwärts gedreht.
Die Schnittführung entspricht hier dem spiralenförmigen Sulcusverlauf. Anschließend durchtrennt man den M. triceps Z-förmig, um die den Nerv begleitende Arterie nicht zu verletzen und der besseren Übersicht wegen.

c) Im distalen Oberarmdrittel und Ellenbogenbereich:

Der gesamte Arm ist bei mittlerer Rotationsstellung leicht abduziert und im Ellenbogengelenk leicht gebeugt.

Schnitt schräg von oben hinten nach vorn unten bis dicht oberhalb des lateralen Kondylus. Die Schnittführung ist hier ziemlich einfach, da man den Nerv durch die Haut gut tasten und somit den Schnitt dem Nervenverlauf anpassen kann. Nach Durchtrennung der Fascienschicht geht man zwischen M. brachioradialis und M. brachialis internus hindurch, um den Nerven aufzusuchen. Besondere Vorsicht ist hier geboten, da oberhalb der Ellenbeuge der Ast für den M. brachioradialis und unterhalb davon Äste für die Mm. extensores corpi radialis longus und brevis abgehen. Liegt die Läsion am Anfang des Supinatorenkanals, so muß man zuerst die Fascie des M. supinator spalten, um den Nerv gut darstellen zu können. (SCHNEIDER)

d) Am Unterarm:

Das Ellenbogengelenk ist auch hier leicht in Beugestellung und nach außen gedreht.
Die Schnittführung beginnt am Radiusköpfchen und zieht distalwärts. Danach durchtrennt man die Fascie des M. extensor corpi radialis und des M. extensor digitorum und geht dazwischen in die Tiefe und findet die Stelle des Nerven, wo er sich in seine Endäste aufteilt.

Zur Wiederherstellung der gestörten Nervenleitung kommen nach H. SCHELLER 5 Möglichkeiten in Betracht.

1. Neurolyse
2. Nervennaht
3. Defektüberbrückung durch ein Transplantat
4. Direkte Einpfropfung des zentralen Nervenendes in die gelähmte Muskulatur
5. Die Nervenpfropfung

1. Neurolyse:

Die Neurolyse kann naturgemäß nur dann erfolgversprechend sein, wenn irreversible intraneurale Schädigungen ausgeschlossen werden können. Die Auslösung des Nerven aus dem Narbengewebe erleichtert man sich dadurch, daß man den Nerv erst zentral und dann peripher von der Läsionsstelle aufsucht. Ist der Nerv nur locker mit seiner Umgebung verwachsen, so wird es gelingen, ihn stumpf zu lösen. Schwieriger wird es bei ausgedehnten Verwachsungen, da diese sehr hart und unübersichtlich sein können. Die Präparation gelingt bei leichter Spannung. Letztere verhindert auch ein Durchtrennen abzweigender Muskeläste. Die größten Schwierigkeiten bereitet die Neurolyse von Knochenkallus, und es gelingt nur schwierig, die Leitfähigkeit des Nerven zu erhalten.
Eine erneute circuläre Kompression des Nerven kann schließlich durch eine Gleitfolie aus Polyäthylen, die etwa 4 Monate belassen wird, verhindert werden.

Tabelle 4

Erfolge der Neurolyse

Autor	Zahl d. Fälle	Erfolge	Mißerfolge
NEUGEBAUER	3	100 %	--
AUFFENBERG	7	85,7 %	14,3 %
KRAMER	6	83,3 %	16,7 %
STAPFF	17	76,5 %	23,5 %
Insgesamt	33	81,8 %	18,2 %

2. Nervennaht:

Die Nervennaht stellt bis heute in der Chirurgie ein noch nicht befriedigend gelöstes Problem dar. Lange glaubte man, sie rufe den Tetanus und die sogenannte Neuritis hervor, und noch in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wiesen 1863 VIRCHOW und 1886 COURVOISIER auf die mit der Nervennaht verbundene Gefahr des Tetanus oder der Phlegmone hin.

Es würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, auf die noch offenen Fragen der Neurohistologie und Neurophysiologie genau einzugehen. Entscheidend für die Praxis der Nervennaht ist die Kenntnis, daß die Narbenbildung, die zwischen den beiden Nervenstümpfen entsteht, eine entscheidende Rolle über Erfolg oder Mißerfolg der Naht spielt. Denn sie stellt ein unüberwindliches mechanisches Hindernis für die aus dem zentralen Nervenstumpf hervorsprießenden Neurofibrillen dar, die ihrerseits zugrunde gehen, wenn sie die SCHWANN'schen Zellbänder des peripheren Stumpfes nicht erreichen. Ebenso gehen die SCHWANN'schen Zellbänder des peripheren Stumpfes mit ihren fibrillären Differenzierungen zugrunde, wenn der Anschluß an die nutritiven Zellen des zentralen Stumpfes aus irgend einem Grund unterbleibt.

Bei der Beurteilung über Erfolge der Nervennaht bedarf es neben großer Erfahrung auch genauer Objektivität. Es ist hierbei zweckmäßig, zwischen streng neurologischem und funktionellem Ergebnis zu unterscheiden. Das neurologische Ergebnis umfaßt alle Methoden, die wiedergewonnene Leitfähig-

keit des Nerven zu messen, das funktionelle Ergebnis gibt Auskunft über die praktische Brauchbarkeit des Armes bzw. der Hand.

Technik der Nervennaht:

Die Vorbedingung für eine erfolgreiche Naht ist die Adaption völlig gesunder Nervenstümpfe. Um dies zu erreichen, schneidet man, von der Läsionsstelle in proximaler und distaler Richtung ausgehend, den Nerven scheibenförmig solange ein, bis man auf gesunde Kabelstruktur stößt. Nach exakter Blutstillung werden die Stümpfe einander genähert, ohne sie jedoch zu torquieren. Dies geschieht am zweckmäßigsten, indem man zwei Haltefäden anlegt. Nach Adaption der Stümpfe werden epineurale, atraumatische Zwischennähte mit feinstem Nahtmaterial gelegt, um schließlich das Perineurium mit etwa 6 bis 8 Knopfnähten vollständig zu adaptieren. Über das Nahtmaterial herrscht im Schrifttum Uneinigkeit, es wurden sogar schon Frauenhaare verwendet, jedoch scheint es nicht ausschlaggebend für den Erfolg zu sein.
Eine Umscheidung der Nahtstelle, mit einem gestielten Fettgewebslappen oder mit Millipore-Folie,

erscheint zunächst nur dann ratsam, wenn sie auf Knochen oder Schwielengewebe zu liegen kommt. H. KOSIC weist jedoch in einer Arbeit darauf hin, daß er Narbenbildungen, die seiner Meinung nach vom Epineurium ihren Ausgang nehmen, auf folgende Weise deutlich verhindern konnte.

"Chirurgisch habe ich im Tierexperiment die Narbenbildung auf diese Weise verhindert, daß ich die Nervenstümpfe vom Epineurium abpräpariert habe und die Schnittflächen der Stümpfe durch Rinnenschienung mit körpereigenen Venen aneinanderlegte. Daß die seit den siebziger und achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts immer wieder versuchten Tubulisationen oder Umscheidungen der Nervenstümpfe letzten Endes doch erfolglos waren, ist bekannt. Sie scheiterten entweder am Fremdkörperreiz oder an der Schrumpfungstendenz des überpflanzten autoplastischen Gewebes. Bei der rinnenförmigen Schienung mit körpereigenen Venen ist aber eine Einschnürung der Nervenstümpfe durch Schrumpfung nicht möglich. Die freiliegenden neuralen Teile wurden gegen die Narbenbildungen des Wundgebietes durch eine Fettplombe aus körpereigenem zerlassenem Fettgewebe abgeschirmt."

KOSIC beschreibt dann Refunktionszeiten von 1 bis 2 Wochen bei Ischiadikotomien am Hund, während bei der herkömmlichen Nervennaht bekanntlich die Regeneration nicht vor dem vierten Monat zu erwarten ist.
Daß im Anschluß daran die Weiterbehandlung mit Radialisschiene, physiotherapeutischen Behandlung, elektrisieren, Bäderbehandlung usw. erst einen Erfolg zeitigen können, habe ich bereits ausführlich beschrieben. Wird bei einer Radialisparese nicht rechtzeitig in leichter Dorsalflexion der Hand geschient, so bekommen die Antagonisten das Übergewicht und es treten irreparable Muskelkontraktionen auf.

Ergebnisse der Nervennaht:

Ganz allgemein muß gesagt werden, daß eine Beurteilung von verschiedenen Statistiken über Ergebnisse der Naht des N. radialis nur schwer möglich ist.
Einmal gilt es, zwischen Kriegs- und Friedenserfahrungen genau zu unterscheiden, denn diese sind in ihrer Ätiologie, Schwere und ihrem Verletzungsmechanismus oft sehr verschieden. Die postoperativen

Weiterbehandlungsmöglichkeiten, die, wie bereits mehrfach erwähnt, entscheidend für den Erfolg sind, unterscheiden sich in Kriegs- bzw. Friedenszeiten ganz erheblich.
Als Beispiel die bekannteste Vorkriegsstatistik von OBERNDORFFER, die 291 Fälle umfaßt.

Tabelle 5

Autor	Zahl d. nachuntersuchten Fälle	Erfolge	Mißerfolge
STAPFF	97	90,7 %	9,3 %
AUFFENBERG	8	87,5 %	12,5 %
OBERNDORFFER	291	82,8 %	17,2 %
KRAMER	24	76,9 %	23,1 %
STRÖBEL-KIRSCHNER	14	64,0 %	36,0 %
Insgesamt	434	83,7 %	16,3 %

Diese Statistik gibt auch Auskunft über die Refunktion der einzelnen Armnerven, wobei deutlich hervorgeht, auch andere Arbeiten s. u. beweisen dies, daß die Speichennervnaht die besten Chancen hat.

Tabelle 6

Anzahl der Fälle			Autor
N. rad.	N. med.	N. uln.	
2	2	2	AUFFENBERG
8	6	6	KRÄMER
74	87	100	OBERNDORFFER
28	41	24	STAPFF
6	2	2	STRÖBEL-KIRSCHNER
	Erfolg in %		
100	100	50,0	AUFFENBERG
100	66,6	66,6	KRÄMER
85,1	82,8	80,0	OBERNDORFFER
92,9	90,2	83,3	STAPFF
50,0	50,0	50,0	STRÖBEL-KIRSCHNER
	Mißerfolg in %		
--	--	50,0	AUFFENBERG
--	33,4	33,4	KRÄMER
14,1	17,2	20,0	OBERNDORFFER
7,1	9,8	16,7	STAPFF
50,0	50,0	50,0	STRÖBEL-KIRSCHNER

Weiterhin ist wichtig, daß zur Prüfung der Mobilität und Sensibilität einheitliche Richtlinien gewählt werden, beispielsweise jene, wie sie vom British Medical Research Council empfohlen werden.

Tabelle 7

Prüfung der Mobilität		
M_0	Völlige Lähmung	schlecht
M_1	Spur Kontraktion	
M_2	Aktive Bewegung bei Ausschaltung des Schwergewichtes	mäßig
M_3	Aktive Bewegung gegen das Schwergewicht	gut
M_4	Aktive Bewegung gegen das Schwergewicht und Widerstand	sehr gut
M_5	Normale Muskelfunktion	

Tabelle 8

Prüfung der Sensibilität (nach NIGST)		
S_0	Keine Sensibilität im autonomen Gebiet	schlecht
S_1	Wiedererlangung d. tiefen Schmerzempfindung im autonomen Gebiet	schlecht
S_2	Wiedererlangung eines gewissen Grades von Berührungsempfindung und oberflächlicher Schmerzempfindung im autonomen Gebiet	mäßig
S_3	Wiedererlangung der cutanen Schmerz- und Berührungsempfindung im ganzen autonomen Gebiet	gut
S_4	Wie für (3) mit zusätzlicher Wiederkehr der Zweipuntedifferenzierung	sehr gut
S_5	Völlige Normalisierung der Sensibilität	sehr gut

J. GELDMACHER berichtet aus der Chirurgischen Klinik Erlangen ebenfalls über bessere Ergebnisse bei Nähten am N. radialis als an anderen Armnerven. Er fand, daß motorisch in etwa 3/4 aller Fälle ein brauchbares funktionelles Resultat erreicht werden konnte. Die Sensibilität kehrte dagegen, außer nach

Fingernervnähten, nie zur Norm zurück und erreichte nur in etwa der Hälfte aller Fälle die für den vollen Arbeitseinsatz der Hand notwendige Stufe S_4. Auch er konnte eindeutig bessere Ergebnisse bei Verwendung von Millipore als Umscheidungmaterial erzielen. Exakte, spannungsfreie Adaption der Nervenstümpfe ist ein weiterer Weg bessere Resultate zu erzielen.
MOBERG und EDSHAGE haben, um diesem Ziel, noch glattere Schnittflächen zu erzielen, näher zu kommen, ein neues Rundmesser entwickelt. Es arbeitet nach dem Prinzip einer Brotschneidemaschine und kann auf jeden Dentodrill oder Zahnarztbohrer aufgesetzt werden.

Tabelle 9

Bei Naht des N. radialis erreichte J. GELDMACHER folgende Ergebnisse:

Motorik				Sensibilität			
schlecht	mäßig	gut	sehr gut	schlecht	mäßig	gut	sehr gut
M_0-M_1	M_2	M_3	M_4-M_5	S_0-S_1	S_2	S_3	S_4-S_5
0 %	0 %	33 %	67 %	0 %	33 %	67 %	0 %

In einem Zeitraum von 18 Jahren behandelte G. MAURER 669 Verletzungen peripherer Nerven operativ. Davon allein 147 Operationen am N. radialis, das sind nahezu 22 % aller Nerveneingriffe, die er durchführte. Bei 61 Patienten lag eine Teildurchtrennung vor, beim Rest von 86 Patienten war der Speichennerv vollständig durchtrennt.

Es war leider nicht möglich, alle 147 Nervenfreilegungen im Hinblick auf Ergebnis auszuwerten, da viele Patienten nicht mehr aufzufinden waren. Lediglich 63 Patienten waren über einen längeren Zeitraum hin zur weiteren Beobachtung erschienen. Dabei waren 68,25 % als erfolgreich zu bezeichnen, während 31,75 % einen Mißerfolg darstellten.

G. MAURER hat dieses Ergebnis noch weiterpräzisiert und kam bei Radialisnähten zu folgendem Resultat:

	Zahl d. op. Fälle	Vollk. Heilung	Fast geheilt	gebessert	Kein Erfolg
N. radialis	63	7	19	17	20

Bei den Mißerfolgen muß jedoch eingeräumt werden, daß die Nervennaht hier oft einen letzten Versuch darstellte. Es befanden sich darunter Patienten,

bei denen im Grunde keine Indikation für eine Naht mehr gegeben war, da ein Erfolg von vornherein fast aussichtslos erschien.
Neben einer Reihe von Autoren (FOERSTER, LEUMANN, STAHL, M. LANGE, RÖTTGEN und NIGST) stellte auch MAURER einen Zusammenhang zwischen Zeitpunkt der durchgeführten Naht und deren Erfolg fest.

Tabelle 10

Abhängigkeit der Erfolge vom Intervall Verletzung - Operation:

Zeit zwischen Verletzung und OP in Monaten	Erfolge in %	Mißerfolge in %
1 - 2	100	--
2 - 4	50	50
4 - 6	80	20
6 - 8	51	49
8 - 10	45	55
10 - 12	33	67

MAURER führt in seinen Ausführungen eine große Statistik von 12 englischen Autoren an ("Peripheral Nerve Injuries"), die über Ergebnisse von 1441

Nervennähten im 2. Weltkrieg berichtet. Dieses Ergebnis gibt ein recht klares Bild, da in sämtlichen Fällen nach einheitlichen, genau definierten Maßstäben bewertet wurde. Hier dient der Begriff "useful grade of recovery" als Grundlage für die Erfolgsbeurteilung. Diesen "brauchbaren Erholungsgrad" zeigten nach 5 Jahren:

Tabelle 11

Nerv	
N. radialis mot.	61,5 % von 114 Verletzten
N. ulnaris mot.	46,3 % von 384 Verletzten
N. ulnaris sens.	46,0 % von 390 Verletzten nur hochgelegene Nervenverletzungen
N. medianus mot.	88,3 % von 94 Verletzten sämtl. Medianusverletzungen
N. medianus sens.	53,3 % von 278 Verletzten
N. tibialis mot.	56,4 % von 126 Verletzten.

Aus all dem läßt sich grob vereinfacht sagen, daß die Naht des N. radialis bei geeigneter Indikation und zum richtigen Zeitpunkt, also die Primärnaht

oder die frühe Sekundärnaht, etwa bei gut 3/4 aller Fälle ein motorisch recht brauchbares Ergebnis erwarten läßt.
Die Ergebnisse, was die Wiedererlangung der Sensibilität betrifft, sind zweifellos schlechter. Bei nur etwa 50 % reichte der Erfolg für den vollen Einsatz der Hand aus.
Von der chirurgischen Operationstechnik her betrachtet scheinen mit der Milliporeumscheidung und der bestmöglichen Adaption der planen Schnittflächen die Grenzen des Bestmöglichen erreicht zu sein.
Ob sich die Ergebnisse bei Verwendung autoplastischen Umscheidungsmaterials, wie es KOSIC vorschlägt, oder durch Beschleunigung oder Verhinderung der WALLER'schen Degeneration oder anderen pharmakotherapeutischen Maßnahmen weiter verbessern lassen, bleibt abzuwarten.

3. Defektüberbrückung durch ein Transplantat

Die ersten Angaben über eine Defektüberbrückung durch ein freies Interplantat gehen auf PHILIPPEAU und VULPIAN im Jahre 1870 zurück.

Während bei der Lappenplastik, hier wird von zentral, peripher oder von beiden Seiten ein Lappen abgespalten, der Defekt mit einem Teil desselben Nerven überbrückt wurde, wird bei der Nerveninterplantation zwischen zentralem und peripherem Ende ein völlig freies Interplantat eingesetzt. Hierbei wurde autoplastisches und heteroplastisches Material verwendet.

In Deutschland und in Amerika wurde während des und nach dem 1. Weltkrieg viel mit dieser Methode gearbeitet, wobei man fast ausschließlich autoplastisches Material verwendete. BETHE empfahl Leichennerven, also homoioplastisches Material. Andere Autoren wiederum empfahlen Nerven von amputierten Gliedmaßen.

Es wurden bei Anwendung freier Interplantate von den verschiedenen Autoren recht unterschiedliche Ergebnisse beschrieben.

JALIFIER hat 17 heteroplastische Nervenoperationen durchgeführt. Die von ihm erreichten Resultate waren dürftig. Nur bei 3 Transplantationen war ein Erfolg nachweisbar. Auch bei LERICHE waren die Ergebnisse sehr unbefriedigend, bei 7 Patienten lediglich eine Besserung.

Bei der Homoioplastik sind die Erfolge etwas günstiger zu beurteilen.
So berichtet UNGER von der Überbrückung eines ca. 10 cm langen Defektes am N. radialis mit einem Plexusstück einer frischen Leiche. Nach 2 1/2 Jahren waren sämtliche Muskeln, die von diesem Nerv innerviert werden, wieder voll funktionstüchtig.
Auch SPIELMEYER beschreibt ` erfolgreiche Fälle, bei denen das Transplantat frischen Leichen entnommen wurde.
Bei der reinen Autoplastik scheinen die Ergebnisse am günstigsten ausgefallen zu sein. FOERSTER verwendete autoplastisches Material 5mal am N. radialis, 4mal am N. medianus, 11mal am N. ulnaris und 1mal am N. axillaris. Er beschreibt 5 Heilungen, 12 Besserungen und lediglich 2 Mißerfolge.
CHARRIER und COSSET veröffentlichten Ergebnisse von 32 Autotransplantationen. Während die Resultate am N. ulnaris und N. medianus gut waren, zeigten die Radialisdefekte keinerlei Besserung. Zusammenfassend hatten sie bei 30 % der Autotransplantationen guten Erfolg.

Die verschiedenen Methoden der Nervenpfropfung seien lediglich der Vollständigkeit halber erwähnt.
Vereinzelt wurden Erfolge beschrieben. SICK und SAENGER versorgten bei einem 5-jährigen Kind den N. radialis durch Einpfropfung in den N. medianus, und erreichten ein sehr gutes Ergebnis.
Andere Autoren wie BARDENHEUER, HENLE, STEINTHAL und SEIBERTS blieben mit Radialis-Medianus-Pfropfungen erfolglos.

4. Ersatzoperationen bei Radialisparesen

Wie bereits früher erwähnt, war die Verletzung des N. radialis die häufigste aller Nervenverletzungen des. 2. Weltkrieges. Obwohl Nervennaht, Neurolyse und andere angeführten Operationsmethoden zum Teil recht gute Funktionswiederherstellungen zeitigten, bleibt doch ein Teil der Fälle unbesprochen, bei denen das Ausmaß der Schädigung eine herkömmliche Methode nicht mehr angebracht erscheinen läßt.
Wenn man sich vor Augen führt, daß Handstreckung, Fingerstreckung und Daumenabspreizung bei der vollständigen Radialislähmung nicht mehr möglich ist,

die Greiffunktion der Hand also praktisch aufgehoben ist, so ist die Frage des Ersatzes der verlorengegangenen Funktion eine sozial und praktisch gleichermaßen wichtige Aufgabe.
Die erste Muskelersatzplastik bei einer vollständigen Lähmung des Speichennerven beschreibt FRANKE bereits im Jahre 1889. Dies war der Anstoß zur Weiterentwicklung zahlreicher Operationsmethoden mit ähnlicher Zielsetzung. Einen entscheidenden Meilenstein in dieser Entwicklung setzte PERTHES, der die Methode von FRANKE mit einer Tenodese vervollständigte.
K. H. BAUER veröffentlichte 1946 einen Vorschlag zu einer vereinfachten "PERTHES-Plastik", die in der Folgezeit besondere Beachtung fand. Aber auch die zusätzliche Tenodese stieß bei so vielen Autoren auf Skepsis und veranlaßte sie, anstatt nur zweier Kraftspender noch einen dritten oder gar vierten zu verwenden.

Zielsetzung einer Ersatzoperation ist natürlich die Wiederherstellung möglichst aller verlorengegangenen Funktionen. Nicht nur der rohe Greifakt alleine steht im Mittelpunkt des Interesses, sondern auch

die feine Fingerbeweglichkeit, vor allem die des so wichtigen Daumens. Um dies zu erreichen, scheinen nach WITT sich heute 3 Verfahren entwickelt zu haben, die praktischen Wert besitzen.

1. Die klassische PERTHES-Operation
2. Die Strecksehnen-Plastik
3. Die vereinfachte PERTHES-Plastik nach K. H. BAUER

Der klassische PERTHES zerfällt in 2 Akte:

1. Die Tenodese mit den radialen Handstreckern durch den Radius und der subperiostalen zusätzlichen Vernähung des M. extensor carpi ulnaris an der Ulna.
2. Ersatz der gelähmten Sehnen durch die 3 Handbeuger.

Da nur bei etwa 90 % aller Menschen der M. palmaris longus angelegt ist, entfällt somit die isolierte Versorgung des M. extensor pollicis longus. Dieser wird dann proximal des dorsalen Handgelenkes noch an den Flexor carpi ulnaris gekoppelt. Technisch macht das keine Schwierigkeiten, da der Extensor pollicis longus und der Extensor digitorum communis hier noch zusammen in einer Muskelloge verlaufen.

Der Operationsgips wird als Oberarmgips bei Streckstellung der Hand und Fingergelenke und Abspreizung des Daumens angelegt. An der radialen und ulnaren Kante des Unterarmes wird über den verpflanzten Muskeln sofort gefernstert, um schädlichen Druck zu vermeiden. Der Arm wird hochgelagert.

Bei der S t r e c k s e h n e n p l a s t i k wird das Handgelenk nicht durch eine Tenodese fixiert.
Als Kraftüberträger dienen hier der M. flexor carpi radialis und der M. flexor carpi ulnaris. Ist der M. palmaris longus entsprechend kräftig ausgebildet, so kann er statt des M. flexor carpi radialis nach dorsal verpflanzt werden. Ist er jedoch nicht angelegt, so können trotzdem beide Handbeuger verpflanzt werden. Die notwendige Handbeugung wird dann von den Fingerbeugern übernommen.

Die vereinfachte PERTHES-Plastik

Dies Verfahren besteht darin, unter Vermeidung einer Tenodese eine bestmögliche Wiederherstellung der Funktion der Hand zu erzielen. Der erste, der

diesen Gedanken in die Tat umsetzte, war HAAS im Jahre 1919. Seine Methode wurde erneut von WOIJTA aufgegriffen, als K. H. BAUER seine Methode veröffentlichte.

K. H. BAUER ließ die Tenodese fort, da seiner Ansicht nach die Kraft des M. flexor carpi ulnaris ausreiche, um der Hand die gewünschte Haltung zur optimalen Kraftentfaltung zu verleihen. Außerdem ist ohne Durchtrennung der Sehnen dem möglichen Umstand einer Rückbildung der Radialisparese Rechnung getragen. Eine Verpflanzung des M. flexor carpi radialis erschien ihm ebenso überflüssig, da die Funktion des nichtgelähmten M. abductor pollicis brevis genügte, um die Aktionen der übrigen Finger nicht zu behindern. Nur in Einzelfällen, beispielsweise bei Berufen, die einen kräftig ausgebildeten Daumen benötigen, kann noch zusätzlich die Verpflanzung der Sehnen des M. flexor carpi radialis auf die beiden Daumenstrecker erfolgen.

Operationsprinzip, zitiert nach K. H. BAUER:

a) Die Fingerstreckung - Handhebung wird dadurch gewährleistet, daß als Kraftspender die Sehne des M. flexor carpi ulnaris und auf die distalen

Enden der durchtrennten Sehnen des Extensor digitorum communis verpflanzt wird.

b) Die Fallhand wird durch Annähen der proximalen Enden der gleichen Fingerstrecksehnen an das Ligamentum carpi dorsale abgebremst.

Nach Aufzeichnung dieser 3 Methoden erhebt sich die Frage, welches Vorgehen das beste ist. Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten, da es bei Radialisschädigungen zu einer ungezählten Reihe von Variationen kommen kann. Es gibt keine Einheitsmethode, mit der jeder Radialisausfall optimal behandelt werden kann! Durch die Tenodese ist zwar die größte Gefahr der Überdehnung der verpflanzten Muskeln behoben, aber die Handbeugung geht damit verloren. Anhänger der Tenodese führen nun an, daß es funktionell sinnvoller sei, auf eine gewisse Beweglichkeit im Handgelenk zu verzichten, dafür aber einen bedeutenden Gewinn in den Fingergelenken zu erreichen. Der Einwand, daß ein verpflanzter Muskel, der einen Teil seiner Kraft zur Fixierung des Handgelenkes abgeben muß, der Fingerkraft verloren geht, ist sicher richtig. Dies gilt vor allem für die feinere, differenzierte Fingerbeweglichkeit, wo die genaue Dosierung der Kraft so wichtig ist. Das Spiel der

einzelnen Finger wird freier, wenn das Handgelenk mittels Tenodese fixiert ist. Die Tenodesenstellung, also der Grad der Dorsalflexion im Handgelenk kann vom Beruf des Patienten abhängig gemacht werden. Die Tenodese hat außerdem den Vorteil, daß eine gute Dauerstellung erreicht wird und ein seitliches Abkippen der Hand, vor allem wenn zusätzlich der M. extensor carpi ulnaris subperiostal an die Ulna vernäht wird, verhindert wird.
Die Fixierung des Handgelenkes macht 3 Handbeugemuskeln frei. Die Versorgung der gelähmten Muskeln kann dadurch weit differenzierter durchgeführt werden wie bei der Verpflanzung von zwei oder gar nur einem Muskel. Aus diesem Grunde kann auch der Daumen, sicherlich der wichtigste Finger, in seiner Beweglichkeit weit mehr gebessert werden.
Es gibt aber auch echte Gegenindikationen für die Tenodese.

1. Bei Bewegungseinschränkungen im Ellenbogen- oder Schultergelenk. In diesem Fall sind selbst geringfügige Bewegungen im Handgelenk von größter Wichtigkeit.
2. Bei Kontrakturen oder Ankylosen im Handgelenk.

3. Bei Berufen, die eine besondere Beweglichkeit im Handgelenk voraussetzen.
4. Bei partiellen Radialisparesen, wo die Handstrecker nicht gelähmt sind.

V. EIGENE STATISTISCHE ANGABEN

Die im folgenden besprochenen Fälle, deren Behandlung und Ergebnisse entstammen dem Krankengut des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Murnau (UKM), wo in der Zeit vom 16.4.53 bis zum 29.3.1968

> 99 Verletzte mit Schädigung des N. radialis infolge von Knochenbrüchen

behandelt wurden.

Zur Auswertung standen mir zur Verfügung: Die Krankengeschichten mit D-Arzt- und Behandlungsberichten, die Röntgenbilder, die Operationsberichte sowie die Entlassungs- und Nachuntersuchungsgutachten.

Bei den 99 im UKM behandelten Patienten mit Radialisparesen waren 83 Männer und 16 Frauen. Das Durchschnittsalter der männlichen Patienten betrug 37,7 Jahre, das der weiblichen 41,3 Jahre. Bei diesen Zahlenangaben muß berücksichtigt werden, daß bei dem Krankengut des UKM der Großteil der Patienten der erwerbstätigen Altersgruppe angehören. Der jüngste männliche Patient war zum Zeitpunkt des Unfallgeschehens 14 Jahre alt, der älteste war 64 Jahre. Bei den Frauen war die jüngste Patientin 8 Jahre alt, die älteste 71.
Die Ursache, daß es sich um 83 Männer und nur um 16 Frauen handelt, liegt wohl in der Tatsache, daß in einem berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus in erster Linie Unfallverletzte behandelt werden, die naturgemäß aus Berufen kommen, in denen die Gefahren schwerer Verletzungen mehr gegeben sind. Der Anteil der Männer in dieser Berufsgruppe ist natürlich wesentlich höher.

Tabelle 1

Aufnahmezahlen der Patienten

	Anzahl d. Patienten	AU	WU	SU
1952	3	2	1	
1953	3	2	1	
1954	6	3	3	
1955	-	-	-	
1956	3	2	1	
1957	9	8	1	
1958	4	2	2	
1959	4	2	2	1
1960	10	6	4	
1961	8	4	2	
1962	7	4	3	
1963	10	2	8	
1964	7	3	2	
1965	15	8	4	1
1966	5	2	3	
1967	5	1	3	1
Insgesamt	99	51	40	3

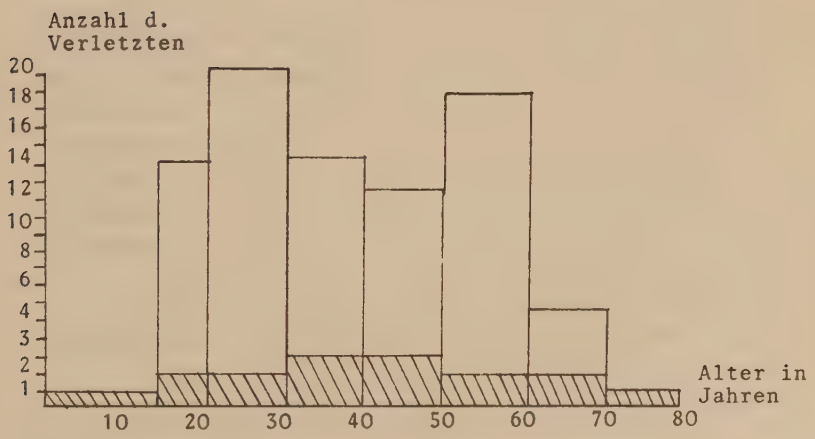
Aus den Unterlagen von 5 Krankengeschichten war der Unfallhergang nicht einwandfrei feststellbar.

Tabelle 2

1. Alter und Geschlecht der Verletzten

Jahre	Männer	Frauen
unter 14		1 = 1,11 %
14 - 20	14 = 14,14 %	2 = 2,22 %
21 - 30	20 = 20,20 %	2 = 2,22 %
31 - 40	14 = 14,14 %	3 = 3,33 %
41 - 50	12 = 12,12 %	3 = 3,33 %
51 - 60	19 = 19,19 %	2 = 2,22 %
61 - 70	4 = 4,44 %	2 = 2,22 %
71 - 80		1 = 1,11 %
Insgesamt	83 = 83,83 %	16 = 16,16 %

Graphische Darstellung zu Tabelle 2



2. Berufe

Wie schon erwähnt, waren von den 99 Unfallverletzten 83 Männer und 16 Frauen.
Von den Männern übernahmen bei 78 Patienten die Berufsgenossenschaften bzw. Unfallversicherungen die Kosten der Behandlung, 5 waren Selbstzahler.
Von den 16 verletzten Frauen trugen bei 12 die Berufsgenossenschaften die Behandlungskosten, während hier 4 Selbstzahler waren.

Tabelle 3

Beruf und Unfallart

Männer

A) Kostenträger waren d. Berufsgenossensch.	Zahl d. Fälle	AU	WU	SU
Hilfsarbeiter	13	9	4	-
Bauarbeiter Vorarbeiter, Baggerführer, Zimmerer, Bau-Ingenieur, Kranführer, Maurer, Bau-Maschinisten	10	7	2	1
Handwerker Keramiker, Schreiner, Maler, Schmied, Schlosser, Dreher, Werkzeugmacher, Bergmann, Mechaniker, Schuhmacher, Säger, Metzger, Badermeister, Elektriker, Porzellanarbeiter, Ofensetzmeister, Färber.	34	21	11	2
Landwirte u. landwirtsch. Arbeiter	7	6	1	-
Angestellte und Beamte	6	3	2	1
Kraftfahrer	4	2	2	-
Fleischbeschauer	1	-	1	-
Kaufmann	1	-	1	-
Buchhalter	1	1	-	-
Fabrikant	1	1	-	-
Insgesamt	78	50	24	4

B) Selbstzahler

	Zahl d. Fälle	
Verkaufsleiter	1	von Lawine erfaßt
Ministerialrat	1	Verkehrsunfall
KFZ-Schlosser	1	Sturz mit Moped
Ingenieur	1	Werkstück fiel a. d. Arm
Kaufmann	1	Sturz beim Skilaufen
Insgesamt	5	

Frauen

A) Kostenträger waren d. Berufsgenossensch.	Zahl d. Fälle	AU	WU	SU
Landwirtinnen	1	-	1	-
Arbeiterinnen	4	1	2	1
Angestellte	7	1	6	-
Insgesamt	12	2	9	1

B) Selbstzahler

Hausfrauen	2	-	2	-
Hauptlehrerin	1	-	1	-
Kein Beruf (Kind)	1	-	-	1
Insgesamt	4	-	3	1

Tabelle 4

Unfallursache

1. Wegeunfälle

Mit dem Motorrad	10
Mit dem Fahrrad	2
Mit dem Auto	26
Skiunfall	1
Durch Lawine	1
Insgesamt	40

2. Arbeitsunfälle

Mit Kreissäge bzw. Fräse	5
Sturz aus Höhe	6
Sturz infolge Ausrutschen	11
Direkte Krafteinwirkung auf d. Arm durch Gegenstand oder Quetschung	8
Keilriemen, Transmission	3
Arm in Maschine geraten	13
Maschine erfaßte ein Kleidungsteil	4
Kind beim Spielen	1
Insgesamt	51

1. Nebenverletzungen

Hb.-Nr.	offen	geschl.	
139		I	Ellenbogenluxationsfraktur, Weichteilverletzungen, Paraesthesien
10 370		I	Platzwunde an Hinterkopf, Pseudarthrose
14 834		I	Schultergelenkluxation, Abbruch d. Tuberk. mai. links.
3 306		I	Schulterluxation, Abriß-Frakt. des Tuberk. mai. hum.
2 735		I	Schock, Spiralfrakt. re. Oberarm mit Knochenabsprengung
14 067		I	Prellungen u. Quetschungen re. Bein, Contusio cerebri
14 606		I	Weichteilverdickung, Blauverfärbung, supracondyl. Schrägbruch
10 409		I	---
13 271		I	Oberschenkelbruch re., Commotio, Schürfwunden.
1 840	I		---
825		I	Abriß d. Finger III - IV an d. Grundgelenken re. Hand, Bruch d. os multangul. maj. os scaphoideus
6 251	I		---
12 772		I	Schock, Schädelbasisfraktur, Commotio cerebri

Hb.-Nr.	Nebenverletzungen offen	geschl.	Art und Anzahl
14 682		I	---
12 698		I	---
12 630		I	Plexuslähmung
11 049		I	Schienbeinkopfbruch re., Sitz-Schambeinbruch li., Schulterblatt-Halsbruch re., Kniegelenkszerrung li.
10 824	I		Schädeldach- u. Nasenbeinbruch, Siebbeinbruch, multiple Schnitt- u. Platzwunden i. Gesicht, Kopf; Riß-Quetschwunde an I, traumatische Teilamputation II.
10 759		I	Rißwunde re. Knie, Oberschenkeltrümmerfraktur re., Trümmerfraktur d. re. Tibiakopfes
10 544		I	Schürfwunden li. Knie
10 575		I	Schädel-Hirntrauma, multiple Kopfplatzwunden, komplizierte Unterschenkelfrakt. re. u. li.
10 534		I	---
14 670		I	Weichteilinterposition, Pseudarthrose
2 311		I	Prellung re. Daumen, Schürfwunden li. Bein
1 845		I	---

Hb.-Nr.	Nebenverletzungen offen	geschl.	Art und Anzahl
1 375		I	Commotio cerebri, Medianusparese
13 184		I	---
4 956		I	Strecksehnenverletzung, Radiusfraktur, Medianusparese
4 459		I	Durchtrennung d. Unterarmnerven u. Gefäße
12 156	I		Mehrere offene Unterarmbrüche, Teilverlust d. Elle
13 415		I	Commotio cerebri, Bruch am epicondylus fem. re.
10 478		I	---
13 148		I	Schienbeinbruch li. mit Pseudarthrose
10 064	I		Schwere Weichteilzertrümmerungen, Gefäß- u. Nervenverletzungen
9 799	I		Myositis ossificans traumatic.
12 764	I		Weichteilverletzungen
12 182		I	Hautabschürfungen
11 460	I		Quetschwunde u. Bluterguß re. Hinterkopf, Schienbeinbruch, Rißwunde a. li. Unterarm

Hb.-Nr.	Nebenverletzungen offen	geschl.	Art und Anzahl
11 043	I		Kopfplatzwunde, Ohr u. Augenlid blutunterlaufen, Sperre i. Kiefergelenk, 15 cm lange Schnittwunde an re. Oberarm, Commotio cerebri, Jochbeinbruch u. multiple Gesichtsplatzwunden.
10 924	I		Muskelquetschungen
10 873		I	Schock, großer Hautdefekt a. d. Schulter u. Achselhöhle
9 530		I	Haematom am re. Oberarm, Acromionfraktur re., Beckenbruch
9 331		I	Völlige Durchtrennung d. Streckmuskulatur d. re. Oberarms
9 105	I		Quetschwunde an der Streckseite d. re. Hand, Handwurzelknochenbrüche, Muskulatur u. Beugesehnen v. II durchtrennt, Durchtrennung d. N. medianus
9 074		I	---
8 872		I	Schädelkontusionen, Commotio cerebri, Scapulafrakt. Brustkorbquetschungen, Kontusion d. re. Niere, Fraktur d. 5. - 9. Rippe, Pseudarthrose

Nebenverletzungen Art und Anzahl

Hb.-Nr.	offen	geschl.	
10 946		I	5 cam lange Quetschwunde am Hinterkopf
10 653	I		Weichteilverletzungen
1 041	I		Hautabschürfungen d. li. Gesichtshälfte, Scapulafraktur li., Beckenprellung, Commotio cerebri
13 198		I	Schock, Commotio cerebri, Rißwunden am re. Knie
14 444		I	Subluxation am li. Oberarm
10 152		I	---
10 268	I		Pseudarthrose
11 591		I	Schultergelenksverrenkung
687		I	Commotio cerebri, Ellenbogengelenkszersplitterung
8 355	I		M. triceps u. M. brachialis zerrissen
8 197		I	Commotio cerebri, Verdacht auf Schädelbasisfraktur
4 921		I	Schlüsselbeinbruch li.
4 899	I		Weichteilverletzungen
14 167		I	---
10 501	I		Schädigung d. N. ulnaris
5 771		I	Pseudarthrose

Nebenverletzungen Art und Anzahl

Hb.-Nr.	offen	geschl.	
4 404	I		Riß- u. Quetschwunden am re. Ellenbogengelenk
14 939		I	Ellenbogenluxation re.
13 971		I	Schock, Hautablederung d. li. Beines m. Weichteilquetschungen, komplizierte Oberschenkelschaftfraktur, Fraktur d. li. Schambeinastes, Epiphysenlösung zwischen li. Scham- u. Darmbein, komplizierte Kniescheibenfrakt. li., Fraktur d. re. Innenknöchels
14 509		I	---
12 687		I	Hüftverrenkung re. mit Ausbruch d. Pfannendaches
15 088		I	Commotio cerebri, Rippenserienfrakturen, Haematothorax, Unterschenkelbruch li.
588		I	Schulterluxation re.
12 334		I	Mittelhandknochenbrüche, IV traumatisch amputiert.
9 988		I	---
4 411		I	Schock
2 541		I	Schock, Commotio cerebri, Haematom a. d. re. Sclera
9 646		I	---
8 366	I		Rißwunden a. d. re. Hohlhand

Nebenverletzungen Art und Anzahl

Hb.-Nr.	offen	geschl.	
9 150	I		Offene Unterschenkelfraktur re.
9 092	I		8., 9. - 10. Rippe gebrochen
11 720		I	Trümmerbruch im Mittel- u. Endglied II, Grundglied III
12 541		I	Osteomyelitis
12 428		I	Innenknöchelbruch re., Brillenhaematom
5 739		I	Hautabschürfungen a. Gesicht u. Händen
8 135		I	---
7 879		I	---
6 931		I	Bruch d. 6. u. 7. Rippe li., Haematothorax u. stumpfes Bauchtrauma, Splenektomie
6 860		I	Verletzung d. li. Augenbraue, Nasenbeinbruch, Durchtrennung d. Ohrspeicheldrüse m. Schädigung d. N. facialis, Orbitafraktur, Ober- u. Unterkieferfraktur, Commotio cerebri
6 457		I	Unterschenkelquerbruch re., Durchtrennung d. Beugesehnen von III, IV u. V
6 272	I		Durchtrennung d. N. medianus

Nebenverletzungen Art und Anzahl

Hb.-Nr.	offen	geschl.	
6 021		I	Schürfwunde a. d. re. Schulter, Schlüsselbeinbruch re.
5 863		I	Schürfwunde a. d. li. Wange u. Stirne, Großzehenfraktur, Luxation d. Radius i. Ellenbogengelenk
5 798		I	Weichteilverletzung
4 677		I	Abquetschung von I und II rechts
13 974		I	Unterschenkelbruch li., Commotio cerebri, Kopfplatzwunden
13 485	I		Ausgedehnte Weichteilverletzungen
13 326	I		Luxation re. Sprunggelenk
13 303		I	Druckschmerz li. Brustkorb
13 185		I	Nierenkontusion re., Schürfwunden re. Handrücken u. Oberschenkel re.
12 663		I	---
12 588		I	Schock, Unterschenkelbruch re., Commotio cerebri, Thoraxkontusionen, akutes Abdomen, Osteomyelitis
8 179	I		Zerreißung d. M. triceps, Schädigung d. N. medianus

2. Art der Erstbehandlung

Von den 99 Verletzten wurde bei 88 die Erstbehandlung nicht im UKM durchgeführt.

1. Operative Erstbehandlung

Bei 52 Patienten war eine operative Erstbehandlung durchgeführt worden. Aus den Unterlagen war zu entnehmen, daß

a) Marknagelungen und Verwendung von Kirschnerdrähten bei 32 Fällen zur Anwendung kamen,
b) Nervennaht, Mobilisation bzw. Revision d. N. radialis 10mal versucht wurden,
c) 13mal eine Knochenteilentfernung oder eine autoplastische Maßnahme (Hautlappenplastik, Phemisterspäne, Sequestotomien) notwendig war,
d) in 4 Fällen bei offenen Frakturen operativ reponiert werden mußte,
e) 2mal nach AO-Verfahren vorgegangen wurde,
f) einmal eine kleine PERTHES-Plastik beschrieben wurde,
g) in 2 Fällen keine genauen Angaben gemacht wurden.

2. Konservative Erstbehandlung

Bei 47 Patienten war konservativ behandelt worden (Wundversorgungen sind hierbei mit eingezogen).

a) 21mal wurde die verletzte obere Extremität auf einer Schiene bzw. mittels Gipsverbänden ruhiggestellt.

b) Bei 10 Patienten erfolgte primäre Ruhigstellung des Armes unter Zuhilfenahme einer Drahtextension.

Bei der konservativen Behandlung außerhalb des UKM kamen Bäderbehandlung, Elektrotherapie und Beschäftigungstherapie zur Anwendung.

3. Dauer der Erstbehandlung

3 Unfallverletzte waren etwa 1 Jahr in Erstbehandlung, ein Patient länger als 1 Jahr. Die kürzesten Krankenhausaufenthalte waren 3 Wochen. Die durchschnittliche Dauer der Erstbehandlung betrug 15,1 Wochen.

Behandlung im UKM

Wie bereits erwähnt, kamen 88 Patienten erst nach einer Erstbehandlung zur weiteren Behandlung ins UKM. Lediglich 11 Verletzte kamen unmittelbar nach dem Unfallgeschehen ins UKM, 5 davon waren Selbstzahler. 59 Pat. wurden operativ, 40 konservativ behandelt.

Operative Behandlung

Bei der Mannigfaltigkeit der Verletzungsarten, die Verschiedenartigkeit des Ausmaßes der Knochen- bzw. Speichennervläsionen und die Vielzahl der unterschiedlich vorbehandelten Fälle lassen es zweckmäßig erscheinen, die 59, im UKM operierten Patienten in 5 Gruppen aufzuteilen.

Gruppe a)

Bei 4 Patienten wurde eine PERTHESPLASTIK durchgeführt.

Bei allen 4 Verletzten, zwei von ihnen waren Angestellte, zwei waren Handwerker, bestand eine recht erhebliche Funktionseinschränkung. In 2 Fällen trat die Radialisparese unmittelbar nach dem Unfall auf, bei einem weiteren bestand eine Teillähmung, die sich im Verlauf der operativen Erstbehandlung, es wurde eine operative Entfernung einer Myositis ossificans vorgenommen, deutlich verschlechterte. Beim letzten Patienten wurde der linke Humerus mit einem Rush-pin versorgt, worauf prompt Lähmungserscheinungen auftraten. Zum Zeitpunkt vor der PERTHES-Operation bestand bei 3 Patienten eine voll ausgeprägte typische

Fallhand, bei einem wird eine partiale Radialisschädigung beschrieben. Die Gebrauchsfähigkeit der betroffenen Hand war in allen 4 Fällen erheblich eingeschränkt.

Ergebnis:

1. Patient:

Hb.-Nr.: 10 873

Alter d. Pat.: 17 Jahre (männl.)

Beschwerden: "Pelziges" Gefühl an den Streckseiten des li. Unterarmes, li. Handrückens und Daumens.
Typische Fallhand, keine aktive Streckung möglich. Faustschluß nicht möglich, Streckung d. Finger nicht möglich. Daumen: Keine Streckung, keine Opponierfähigkeit möglich. Fingerspreizen stark vermindert.

Ellenbogengelenk:

	Beugung	Streckung
rechts	35 °	180 °
links	35 °	165 °

Handgelenk

	rechts	links
Dorsalflexion	125 °	0 °
Volarflexion	130 °	130 °
ellenwärts	35 °	20 °
speichenwärts	20 °	0 °

Schultergelenk

	rechts	links
Bewegung nach vorne	180 °	130 °
Bewegung zur Seite	120 °	100 °
Bewegung nach rückwärts	60 °	60 °
Pronation u. Supination	frei	frei

Ergebnis:

Fingergelenke

Beugen und Strecken in vollem Umfang wieder möglich (!), li. Daumengrundgelenk aktiv nur 10 ° beugbar, Faustschluß li. möglich (!).

Handgelenk

	rechts	links	
Dorsalflexion	115 °	125 °	(!)
Volarflexion	120 °	180 °	
ellenwärts	25 °	0 °	
speichenwärts	20 °	10 °	

Ellenbogengelenk

	Beugung	Streckung	
rechts	45 °	180 °	
links	45 °	180 °	(!)

Schultergelenk

	rechts	links	
Bewegung nach vorne	155 °	155 °	(I)
Bewegung zur Seite	130 °	110 °	
Bewegung nach rückwärts	50 °	50 °	
Pronation u. Supination	frei	frei	

Wie aus den angeführten Zahlen zu entnehmen ist, hat sich die Beweglichkeit vornehmlich die der Finger, ganz wesentlich gebessert.
Der Arbeitsplatz blieb erhalten, die begonnene Lehre wird fortgesetzt.

2. Patient

Hb.-Nr.: 10 759

Alter d. Pat.: 62 Jahre (weibl.)

Beschwerden: Partielle Radialisschädigung mit weitgehender Gebrauchsunfähigkeit der Finger. Typische Sensibilitätsstörungen.

Ergebnis: Fingerbeweglichkeit "erheblich" gebessert, Beweglichkeit im 4. und 5. Finger leicht eingeschränkt. Fallhand aufgehoben.
Grobe Kraft der li. Hand vermindert.

Unterarmdrehbewegung li. frei,
rechts leicht eingeschränkt.
Pat. scheidet aus dem Berufsleben
aus.

3. Patient

Hb.-Nr.: 9 799

Alter d. Pat.: 37 Jahre (männl.)

Beschwerden: Nach Operation einer Myositis ossificans traumat. bildete sich allmählich eine Fallhand aus.
Beweglichkeit im Hand- und Ellenbogengelenk eingeschränkt.

Ergebnis: Oberarm verschmächtigt.
Ellenbogengelenkskonturen verstrichen, seine Beweglichkeit deutlich gebessert.
Hand re. verschmächtigt.
Daumen re. in Opposition, keine Streckung möglich.
Fingerbeweglichkeit frei.
Da nach der PERTHES-Plastik das Handgelenk weitgehend fixiert ist, hat sich in diesem Falle die Gebrauchsfähigkeit der Finger verbessert.

MdE bei Entlassung: 100 %
1. Dauerrente 40 % (keine Änderungen mehr)
Der Patient kann seinen alten Beruf ausüben.

4. Patient

Hb.-Nr.:	13 271
Alter d. Pat.:	20 Jahre (männl.)
Beschwerden:	Zwei vorausgegangene Nervennähte blieben erfolglos. Bei Aufnahme im UKM knöchern fest verheilter Oberarmbruch. Vollständige Radialisparese mit ausgeprägter Fallhand.
Ergebnis:	Besserung d. Streckfähigkeit der Finger II bis V, li. Handgelenk in leichter Überstreckstellung, Ober- und Unterarmmuskulatur verschmächtigt. Fallhand aufgehoben. Daumen leicht abduziert. Grobe Kraft herabgesetzt. Der Bundesgrenzschutzbeamte wechselte seinen Beruf und wurde Koch. Er erhält eine Rente von 30 %.

Gruppe b)

Bei 7 Patienten mit Speichennervschädigung wurde der frakturierte Knochen mittels AO-Lochdruckplatte versorgt.

Betroffen waren:

Zweimal der Humerus

Zweimal der Radius

Einmal die Ulna

Zweimal Radius und Ulna.

Zwei der Patienten kamen unmittelbar nach dem Unfallgeschehen ins UKM, bei beiden wurde die Fraktur primär mit einer AO-Platte versorgt.

Beim ersten Fall handelte es sich um Versorgung der Elle und Speiche mit AO-Platte (Hb.-Nr. 12 428).

Ein sicherer Nachweis einer Speichennervschädigung ist nicht gelungen - das Ergebnis war dementsprechend gut.

Beim zweiten Fall, hier wurde der Radius versorgt, trat die Radialisparese erst nach der Operation auf (Hb.-Nr. 14 167).

Bei 4 Patienten fiel auf, daß während der Erstbehandlung eine chirurgische Versorgung des Bruches stattgefunden hat, die jeweils im Sinne einer Pseudarthrose mangelhaft abheilte.

Beim letzten Fall war nicht feststellbar, ob eine operative oder konservative Vorbehandlung stattfand. (Hb.-Nr. 14 509). Bei Versorgung des Humerus durch AO-Platte im UKM fand eine Irritation der Nerven ebenfalls erst während bzw. nach der Operation statt. Bei allen 7 Fällen kann gesagt werden, daß eine feste knöcherne Konsolidierung der Fraktur erreicht wurde.

Gruppe c)

In dieser Gruppe (16 Kranke) sind sämtliche Fälle zusammengefaßt, wo eine Osteosynthese erreicht wurde, unter Zuhilfenahme von Knochenmarksnägeln (offene u. geschlossene Marknagelung, Rush-pins) und Drahtumschlingungen.

aa)

Bei 14 Verletzten wurde eine stabile Osteosynthese unter Verwendung eines Küntschernagels nach vorheriger Aufbohrung des Markkanals erreicht.

Bei 9 dieser Fälle fand offene Marknagelung und zusätzlich Verwendung eines Phemisterspans.

In 5 Fällen wurde auf eine Osteoautoplastik verzichtet.

Bei 5 von den 14 Verletzten wurde ein zu dünner Marknagel (von der Erstbehandlung herrührend) entfernt und durch einen dickeren ersetzt.

Nur einmal war in dieser Gruppe eine weitere Übungsbehandlung überflüssig, da sich die Schädigung d. N. radialis im Verlauf von 16 Monaten völlig zurückbildete. Bei den restlichen 13 mußte zusätzlich, um die Funktion des Nerven zu verbessern, eine Übungsbehandlung durchgeführt werden. Von den 14 aufgezählten Frakturen war 12mal der Oberarm betroffen, nur zweimal die Speiche.

bb)

Bei 1 Patienten wurde ein Rush-pin bei einem Ellenbruch verwendet. Hier fand außerdem eine Naht des N. ulnaris statt.

cc)

Nur einmal wurde bei einem Oberarmtrümmerbruch eine Drahtumschlingung vorgenommen. Anschließend ebenfalls Heilgymnastik.

Gruppe d)

Hier werden 21 operative Fälle besprochen, bei denen kein direkter Eingriff am N. radialis stattfand und wo im UKM am Knochen kein Fixationsmaterial verwendet wurde, lediglich deren Entfernung.

Bei 10 Patienten wurde Fixationsmaterial entfernt. 4mal Entfernung eines Rush-pins. Zweimal aus der

Elle, je einmal aus dem Oberarm bzw. der Speiche. 4mal Entfernung eines Küntschernagels, davon 3mal aus dem Oberarmknochen, einmal je aus Radius und Ulna.

Einmal wurde ein Knochenspan entfernt, der sich im Sinne einer Myositis ossificans im Muskel- und Weichteilgewebe des re. Oberarmes bildete.

Nach dieser operativen Entfernung kam es zu einer totalen Speichennervlähmung. Aus dem Operationsbericht war zu entnehmen, daß Hakendruck die Ursache war.

Einmal wurde eine 8-Lochdruckplatte vom Humerus entfernt (Erstbehandlung), unter welcher sich der N. radialis befand.

bb)

6mal wurde ein operativer Eingriff an einem Armgelenk vorgenommen.

Zweimal war das Schultergelenk betroffen.

Einmal das Mittel- und Endgelenk des rechten Zeigefingers. Diese Gelenke wurden versteift.

Dreimal das Ellenbogengelenk. Einmal davon eine chirurgische Revision mit Neurolyse des N. ulnaris, zweimal Resektion des Speichenköpfchens.

cc)

Einmal war das Ausmaß der Weichteilschädigung so groß, daß eine Amputation am rechten Unterarm, nach vorheriger Entfernung einer AO-Platte, vorgenommen werden mußte.

dd)

4mal wurde an Weichteilen oder an der Haut operativ vorgegangen.

2mal wurde Haut transplantiert, 2mal wurde eine Fistelrevision vorgenommen.

Gruppe e)

Bei den nun zu besprechenden 11 Fällen wurde der Speichennerv freigelegt.

aa)

5mal erfolgte Freilegung d. N. radialis und Loslösung desselben aus bindegewebiger Einengung. (Neurolyse). Zweimal davon war überschießender Callus die Ursache, zweimal war es Narbengewebe von Weichteilen.

bb)

Dreimal wurde eine Nervennaht vorgenommen.

cc)

Dreimal erfolte Revision des Nerven.

2. Konservative Behandlung

40 Patienten = 40,4 % aller Fälle wurden im erwähnten Zeitabschnitt im UKM rein konservativ behandelt.

3 dieser Patienten kamen direkt nach dem Unfallgeschehen zur konservativen Erstbehandlung ins UKM.

24 Unfallverletzte erfuhren eine operative, lediglich 15 eine konservative Erstbehandlung, im einen Fall fehlten die Unterlagen. Wegen der Vielfalt der konservativen Therapiemöglichkeiten muß der jeweilige Behandlungsplan ganz individuell abgestimmt werden.

Es standen folgende Möglichkeiten zur Verfügung: Übungsbehandlung, Bäderbehandlung, Elektrotherapie, Beschäftigungstherapie und orthopädische Versorgung.

Die Bäderbehandlung umfaßte:

Wechsel-, Moor-, Pinimenthol-, Extranit-, Tonikum-, Fichtennadel-, Perl-, Sauerstoff-, Kamillen-, Stanger-, Zwei- und Vierzellenbäder sowie Tauchbäder, Dampfduschen und Kneippgüsse.

Ein wesentlicher Bestandteil der konservativen Behandlung kommt der krankengymnastischen Übungsbehandlung zu. Sie besteht aus Massagen (Unterwasser-, Muskel-, Bindegewebs- und Narbenmassagen). Bewährt

haben sich auch Kräftigungs- und Widerstands-, aktive und passive Bewegungsübungen, schließlich noch Greif- und Geräteübungen mit Hanteln und Sport wie Schwimmen und Gymnastik (Wasser-, Gefäß und Stoffwechselgymnastik).

Große therapeutische Erfolge wurden bei Verwendung elektrischen Stromes erzielt. Die Ursache hierfür liegt im erregbarkeitssteigernden, kontraktionserregenden, vasomotorischen und trophischen Effekt des Stromes.

Es wird galvanischer und faradischer Strom verwendet, ferner Kurzwellenbestrahlungen, Rotlicht, Diathermie und Schwellstrom.

Eine große Anzahl von Patienten beteiligen sich an der Beschäftigungstherapie. Hierbei gelingt es meist leicht, einmal den Kranken von seinem Gebrechen abzulenken, zum anderen seine manuelle Geschicklichkeit im Sinne einer Wettbewerbsidee oft entscheidend zu steigern. Es wurde häufig beobachtet, daß bei beruflichen Umschulungen, die Zeit der Beschäftigungstherapie einen nicht unerheblichen Einfluß auf den Kranken ausübte. Das Vertrauen, trotz schwerster Unbrauchbarkeit der Hände oder Finger, doch wieder nutzbringend für die Gesellschaft tätig sein zu können,

wird hier in sachkundig geschulter Umgebung geweckt.

Orthopädische Hilfsmittel:

30 Patienten = 30,3 % wurden mit orthopädischen Hilfsmitteln versorgt. Sie verteilen sich o. a. Gruppen:

Gruppe a (4 Patienten mit PERTHES-Plastik)

Eine Plexidurschiene (= 25 %)

Gruppe b (7 Patienten mit AO-Platte)

Eine Radialisschiene (= 14,3 %)

Gruppe c (16 Patienten mit Marknägeln bzw. Drahtumschlingung)

Unterarmschiene mit Einsteckplatte für die Finger

Bungeschiene

Lederhülse 2 x

Radialisschiene

Oberarm- Unterarmhülse (= 6 Patienten = 37,5 %)

Gruppe d (21 Patienten ohne Eingriff am Nerv, nur Entfernung von Fixationsmaterial)

Hookunterarm, Bock-2-Zughand

Unterarmledermanschette 3 x

Radialisschiene 3 x

Mittelhand - Unterarmhülse

Unterarmhülse mit Oberarmhalt

Unterarmschiene (= 10 Patienten =

47,6 %

Gruppe e (11 Patienten mit direktem Eingriff am N. radialis)

Unterarmhandschiene mit Schreibvorrichtung

Unterarm - Oberarmhülse mit Schulterklappe

Bungeschiene

Unterarmhülse mit Einsteckplatte f. Finger

Plexiglasschiene

Radialisschiene (= 6 Patienten =

54,5 %)

Konservativ im UKM behandelte Patienten (40)

Plexiunterarmschiene mit Fixierung des Handgelenkes

Fahrstuhl

Schiene mit Handstütze und abnehmbarer Fingerstütze

Radialisschiene für Handgelenk 2 x

Ledermanschette (6 Patienten = 15,0 %)

Die Aussagekraft der Prozentzahlen ist hier wegen der minderen Zahl der Fälle nur bedingt von Bedeutung.

3. Behandlungsdauer im UKM

Patienten, die rein konservativ behandelt wurden, verbrachten einen durchschnittlichen Krankenhausaufenthalt von 13,7 Wochen. Der kürzeste Aufenthalt betrug 3 Wochen, der längste 40 Wochen.
Patienten, die operativ behandelt wurden, hatten einen durchschnittlichen stationären Aufenthalt von 20,2 Wochen.
Da die Zeitdauer des längsten bzw. des kürzesten Aufenthaltes zu unterschiedlich ist, ist die Aussage der Durchschnittszahlen nur begrenzt brauchbar.

Tabelle 5

Bei konservativ behandelten Patienten

Zeitraum d. Behandlung	Zahl d. Fälle
bis zu 1/2 Jahr	34
1/2 - 1 Jahr	6
über 1 Jahr	0
Insgesamt	40

Tabelle 6

Bei operativ behandelten Patienten

Zeitraum d. Behandlung	Zahl d. Fälle
bis zu 1/2 Jahr	34
1/2 - 1 Jahr	25
über 1 Jahr	1
Insgesamt	55

Auch aus den letzten beiden Tabellen ist zu entnehmen, daß die operativ behandelten Patienten längere Aufenthalte hatten. Der Grund hierfür liegt wohl darin, daß nach der Operation noch eine konservative Nachbehandlung folgte.

4. Ergebnisse der Behandlung im UKM

Die Beurteilung ist, was die Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit anbelangt, mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Wie schon früher erwähnt, schwanken die Erfolgsergebnisse der verschiedenen Autoren außerordentlich, zum Teil so erheblich, daß sie nahezu unglaubwürdig erscheinen. Es erscheint mir unmöglich, die subtilsten Tast- und Bewegungsfähigkeiten, die bereits beim gesunden Menschen recht unterschiedlich sind, tabellarisch, also in Zahlen zu erfassen. Was beispielsweise dem Holzfäller die grobe Muskelkraft bedeutet, so wichtig ist für den Goldschmied das feine Tastempfinden.

Bei den 4 besprochenen PERTHES-Plastiken allerdings erschien es mir sinnvoll, die zugunsten der Fingerbeweglichkeit verlorengegangene Handgelenksbeweglichkeit in Zahlen anzugeben. Am zweckmäßigsten ist es wohl, wie es G. MAURER tat, Erfolge und Mißerfolge gegenüberzustellen. Wobei Erfolge eingeteilt werden in "gebessert", "fast geheilt" und "vollkommen geheilt".

Erfolg der Naht des N. radialis

Es wurde 3mal der N. radialis genäht.
Die Wiederherstellung der ursprünglichen Gebrauchsfähigkeit konnte in keinem Falle erreicht werden.
Alle 3 Patienten bedurften nach ihrer Entlassung orthopädischer Hilfsmittel, es war unter ihnen jedoch kein "Mißerfolg".
Bei 2 Patienten hat sich die Funktion der Hand "deutlich gebessert".
Bei einem Patienten ist das Urteil "fast geheilt" gerechtfertigt. Die vorher stark eingeschränkte Schultergelenksbeweglichkeit war in vollem Umfang wieder möglich. Vor dem Eingriff, der N. radialis war völlig durchtrennt, betrug die Beweglichkeit im Ellenbogengelenk links: Beugen 80 °, Strecken 105 °, nachher Beugen 45 °(!), Strecken 140 °(!). Nackengriff und Griff zum Hosenbund war vorher nicht möglich, nachher unbehindert möglich. Die Fingerbeweglichkeit war vorher stark eingeschränkt, nachher nur "endgradig behindert".

Erfolge der Neurolyse

Neurolyse am N. radialis wurde 5mal durchgeführt.
Die Erfolge bei der Neurolyse sind erwartungsgemäß besser.
Lediglich bei einem Fall wurde im fachneurologischen Abschlußgutachten wie folgt beurteilt: "Funktion hat sich nicht wieder eingestellt. Typische Radialislähmung. Die Beweglichkeit des Schultergelenkes hat sich gebessert".
3 Patienten wurden fast geheilt.
Bei einem Patienten haben sich sämtliche Funktionen wieder eingestellt. Das einzige Ergebnis der Behandlung ist eine 14 cm lange reizlose Narbe an der Außenseite des rechten Oberarmes.

Erfolge der Nervenrevision

Auch hier sind erwartungsgemäß die Erfolge sehr gut.
Bei 3 Patienten wurde eine Revision des N. radialis durchgeführt. Einmal war der Nerv im Frakturbereich eingeklemmt und wurde darauf befreit, einmal wurde der Nerv gedehnt und einmal wurde nur die Angabe gemacht "Revision des N. radialis im Supinatorgebiet".

Wahrscheinlich war der letzte Fall ebenfalls eine Neurolyse.

Erreicht wurde:

Einmal "völlige Heilung", zweimal "fast geheilt".

Erfolge bei Gruppe b (7 Pat. mit AO-Platte)

bei Gruppe c (16 Pat. mit Fixationsmaterial)

bei Gruppe d (21 Pat. Entfernung v. Fixationsmaterial)

Bewegungseinschränkung im Schultergelenk 7 mal

im Ellenbogengelenk 10mal

in d. Unterarmdrehbewegungen 7mal

im Handgelenk 9mal

in d. Fingergelenken 6mal

Verminderung d. groben Kraft im Oberarm 14mal

im Unterarm 13mal

in d. Hand bzw. Fingern 11mal

Blutumlaufstörung. 11mal

Fehlstellungen wurden folgende beschrieben:

Unterarmachsenknick 2mal

Subluxationsstellung d. Oberarmkopfes

Arthrodese d. re. Ellenbogengelenkes

Daumen in Oppositionsstellung 2mal

Sudeck'sche Atrophie 2mal

Amputation rechter Unterarm

Teilverlust d. li. Oberarmkopfes

Hand in Ulnaradduktion 2mal

Muskelatrophien kamen bei fast allen Pat. vor.

Etwa bei der Hälfte aller Fälle waren bei der Entlassung die Gelenkskonturen verstrichen.

Etwas vereinfacht, in einer groben Übersicht.

Insgesamt 44 Pat., davon

geheilt	3	(= 6,8 %)
fast geheilt	6	(= 13,6 %)
gebessert	33	(= 75,0 %)
Mißerfolg	2	(= 4,5 %)

Erfolge der konservativ behandelten Fälle (40 Patienten)

Bewegungseinschränkung im Schultergelenk	6mal
im Ellenbogengelenk	8mal
in d. Unterarmdrehbewegungen	10mal
im Handgelenk	8mal
i. d. Fingergelenken	14mal
Verminderung der groben Kraft im Oberarm	13mal
im Unterarm	14mal
in d. Hand bzw. den Fingern	12mal
Blutumlaufstörungen	16mal

Fehlstellungen:

Verkürzung des Oberarmes
Teilamputation d. Finger
Unterarm stark deformiert
Abknickung d. Unterarmes nach ulnar
Finger in Beugestellung fixiert
Sudeck'sche Dystrophie
Hand nach ulnar abgeknickt
Handgelenk in Mittelstellung versteift
Teilversteifung d. Ellenbogengelenkes
Oberarm leicht verkürzt
Handgelenk nach radial abgewinkelt.

Auch hier waren beim größten Teil der Patienten Muskelatrophien vorhanden. Knapp bei der Hälfte waren die Gelenkskonturen verstrichen.

Vereinfacht, in grober Übersicht:

geheilt	3	(= 7,5 %)
fast geheilt	5	(= 8,0 %)
gebessert	27	(= 67,5 %)
Mißerfolg	5	(= 12,5 %)

Vergleicht man die Zahlengruppen miteinander, so sind die Erfolge bei den operativ behandelten Patienten deutlich besser.

Die hohe Zahl der konservativ behandelten Patienten mit nur geringem Besserungsgrad gilt nur eingeschränkt, da eine erhebliche Anzahl von Patienten die vorgeschlagene Operation verweigerten.

5. Soziale Rehabilitation

1. Versicherungsverhältnisse

Von den 99 Unfallverletzten, die im Rahmen dieser Arbeit besprochen wurden, waren 9 Patienten Selbstzahler (5 Männer, 4 Frauen).
Bei 90 Patienten waren 26 verschiedene Berufsgenossenschaften Kostenträger der Behandlung im UKM.

2. Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) und Rente

Nach PROBST bezieht sich die Einschätzung der MdE stets auf die individuelle Erwerbsfähigkeit des Versicherten. Wichtig bei dieser Einschätzung ist auch die Berücksichtigung der Fortschritte der Technik, die die Unfallfolgen wesentlich mildern können.

Manche Patienten klagten bei ihrer Entlassung über Schmerzen in den peripher gelähmten Gliedmaßen. Die gutachterliche Beurteilung dieser Schmerzzustände hat analog dem Phantomschmerz zu erfolgen.
Folgende Einteilung der verschiedenen Radialisparesen ist von BODECHTEL übernommen. Die angegebenen Richtsätze sind jedoch nur auf isolierte Speichennervlähmungen bezogen. Eine Reihe von Nervenverletzungen kommen jedoch selten isoliert vor, sondern meist kombiniert mit Verletzungen anderer Organe. In diesen Fällen ist stets der Gesamtzustand zu beurteilen und die Angabe des Prozentsatzes für den Nervenausfall kann nicht mehr als einen Anhaltspunkt bieten, wie weitgehend die Nervenverletzung bei der Gesamtbeurteilung ins Gewicht fällt.

	Hand	
Obere Radialislähmung	Gebrauchs-	Gegen-
(Lähmung d. gesamten Nerven)	30	25
Mittlere Radialislähmung (Lähmung der Mm. brachioradialis et supinatores sowie Fallhand und Fehlen der Streckbewegung aller Finger)	25	20
Untere Radialislähmung (Lähmung der Fingerstrecker und des M. abductor pollicis)	20	15-20
Obere Radialislähmung und Ulnarislähmung	60	50
Lähmung des N. radialis et medianus	60	50
Lähmung aller 3 Nerven in Schulterhöhe	75	66
Lähmung aller 3 Nerven in Unterarmhöhe	60	50

Von den Patienten, die eine Dauerrente erhielten, waren drei, die 100 % erhielten, 8 Patienten erhielten eine Dauerrente von 20 %. Durchschnittlich bekamen die berenteten Patienten eine Dauerrente von 42,1 %.

8 der berufsgenossenschaftlich Versicherten erhielten keine Dauerrente.

6. Wiedereingliederung in den Beruf

16 Patienten wurden nach ihrer Entlassung nicht mehr in ihrem alten Beruf tätig. 3 Patienten aus dieser Gruppe erfuhren eine Umschulung zu einem völlig neuen Beruf, 12 davon übten lediglich eine leichtere Tätigkeit aus, zu der es keiner eigentlichen Schulung bedurfte (z.B. Nachtwächter, Aufzugführer).
3 Patienten schieden wegen der Schwere der Nebenverletzungen aus dem Berufsleben völlig aus. Alle 3 erhalten eine Dauerrente von 100 %.
4 weitere Patienten schieden wegen Überalterung aus dem Berufsleben aus.

ZUSAMMENFASSUNG

Einleitend wird auf die Anatomie, die Bedeutung von Arm und Hand, die Entstehungsursache, Häufigkeit und Vorkommen von Speichennervschädigungen in Zusammenhang mit Knochenbrüchen eingegangen.
Im 1. Teil der Arbeit werden zunächst Indikation für operative und konservative Behandlung von Oberarmschaftbrüchen und deren unterschiedliche Methoden angeführt. Im Anschluß daran werden die verschiedenen Methoden der Therapie von Speichennervlähmungen besprochen mit Angabe der Behandlungsergebnisse verschiedener Autoren.
Der 2. Teil berichtet über eigene statistische Angaben an Hand von Krankengeschichten im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau.

1) Untersuchungsgut:
   Vom 16.4.53 bis 29.3.1968 wurden 99 Verletzte mit Schädigung des N. radialis infolge Knochenbrüche behandelt.

2) Alter und Geschlecht:
   Bei den angeführten Patienten handelte es sich um 83 Männer und nur um 16 Frauen. Das Durchschnittsalter der männlichen Patienten betrug 37,7 Jahre, das der Frauen 41,3 Jahre.

3) Beruf:

Bei den Männern kamen hauptsächlich handwerkliche, beziehungsweise handwerkliche Hilfsberufe (79 Patienten) in Frage. Lediglich 4 Männer gehörten gehobeneren Berufsgruppen an. Bei 78 Patienten übernahmen die Berufsgenossenschaften die Kosten der Behandlung.

Bei den Frauen waren es von 16 Patienten nur 5, die einen handwerklichen, beziehungsweise landwirtschaftlichen Beruf ausübten. 11 Frauen gehörten anderen Berufsgruppen, davon allein 7 Angestellte, an. Bei 12 Frauen übernahmen die Berufsgenossenschaften die Behandlungskosten.

4) Unfallursache:

Von den angeführten Patienten verunglückten 40 auf dem Wege von oder zur Arbeit, 51 während der Arbeit. Die restlichen Ursachen sind Sportunfälle oder unbekannt.

5) Nebenverletzungen:

Alle Patienten erlitten Schnitt-, Riß-, Quetsch-, oder Brandverletzungen.

Bei 25 Verletzten war die Fraktur offen, bei 72 geschlossen.

6) Art der Erstbehandlung:

Von den 99 Verletzten wurde bei 88 die Erstbehandlung nicht im UKM durchgeführt. Davon wurden bei 52 Verunfallten eine operative, bei 36 eine konservative Behandlung durchgeführt.

7) Behandlung im UKM:

11 Verletzte kamen direkt nach dem Unfallgeschehen ins UKM.

59 Patienten wurden operativ, 40 wurden konservativ behandelt.

a) Operative Methoden:

PERTHESPLASTIK:	bei 4 Patienten
Anwendung einer AO-Lochdruckplatte:	bei 7 Patienten
Anwendung von Knochenmarksnägeln:	bei 16 Patienten
Kein direkter Eingriff am N. radialis:	bei 21 Patienten
Freilegung des N. radialis:	bei 11 Patienten

Bei den zuletzt erwähnten 11 Patienten wurde fünfmal eine Neurolyse durchgeführt, dreimal eine Nervennaht, dreimal Revision des Nerven.

b) Konservative Methoden:

Es kamen folgende Möglichkeiten zur Anwendung: Übungsbehandlung, Bäderbehandlung, Elektrotherapie, Beschäftigungstherapie und orthopädische Versorgung.

8) Orthopädische Hilfsmittel:

30 Patienten wurden mit orthopädischen Hilfsmitteln versorgt.

9) Behandlungsdauer im UKM:

Patienten, die nur konservativ behandelt wurden, verbrachten durchschnittlich 13,7 Wochen im UKM. Operativ Behandelte hatten einen durchschnittlichen stationären Aufenthalt von 20,2 Wochen.

10) Ergebnisse der Behandlung:

a) Operativ:

Bei Naht des N. radialis war bei einem Patienten das Urteil "fast geheilt" gerechtfertigt, bei zwei "deutlich gebessert". Bei der Neurolyse konnte ein gutes Ergebnis erreicht werden:
In einem Fall hat sich die Funktion nicht wieder eingestellt, 3 Patienten wurden "fast geheilt", bei einem Patienten haben sich sämtliche Funktionen wieder eingestellt.
Bei der Nervenrevision wurde einmal "völlig geheilt", zweimal "fast geheilt", erreicht.
Bei allen anderen, chirurgisch versorgten Patienten konnten folgende Ergebnisse erzielt werden.

geheilt	3 Patienten
fast geheilt	6 "
gebessert	33 "
Mißerfolg	2 "

b) Konservativ:

Bewegungseinschränkungen in Gelenken kamen 46 mal vor. Verminderung der groben Kraft wurde 39 mal beschrieben, Blutumlaufstörungen hatten 16 Patienten. Beim größten Teil der Patienten waren Muskelatrophien vorhanden.

Zusammengefaßt:

geheilt:	3 Patienten
fast geheilt:	5 Patienten
gebessert:	27 Patienten
Mißerfolg:	5 Patienten

Die Erfolge bei operativ behandelten Patienten sind deutlich besser.

11) Soziale Ergebnisse:

8 der berufsgenossenschaftlich Versicherten erhielten keine Dauerrente.

82 Patienten erhielten Dauerrenten. 3 davon bekamen 100 %, 8 eine Rente von 20 %.

16 Patienten waren nach Entlassung nicht mehr in ihrem alten Beruf tätig. 3 davon erhielten eine Umschulung zu einem völlig neuen Beruf, 12 übten eine leichtere Tätigkeit aus. 3 Patienten schieden wegen der Schwere der Nebenverletzungen völlig aus dem Berufsleben aus, 4 Verletzte schieden wegen Überalterung aus.

S c h r i f t t u m

ANDRASSY, G., VÖLTER, D., u. W. MAYER: Zur Behandlung der Oberarmschaftbrüchen Med. Welt 18: 2869 (1967)

BARDENHEUER, B.: Zit. n. M. LANGE

BAUER, K.H.: Frakturen und Luxationen Springer, Berlin 1927

BETHE, H.: Zit. n. ZRUBECKY

CHARRIER: Zit. n. M. LANGE

FOERESTER, O.: Zit. n. ZRUBECKY

FRANKE, D.: Beiderseitige Radialis-Schlafdrucklähmung nach Langzeitbewußtlosigkeit Mschr. Umfallheilk. 66, 473 (1963)

FUCHS, G., u. K.A. BUSHE: Chirurgische Behandlung von Radialisschädigungen bei Oberarmfrakturen Langenbecks Arch.klin.Chir. 301, 914 (1962)

FUCHS, G.: Früh- oder Spätexploration bei primären Radialislähmungen nach Oberarmschaftfrakturen Hippokrates 35, 759 (1964)

GELDMACHE, J.: Der Ninhydrintest. Eine objektive Untersuchungsmethode zum Nachweis von Sensibilitätsstörungen im Bereich von Hand und Fingern nach peripheren Nervenverletzungen
chir. prax. 6, 317 (1962)

Ders.: Ergebnisse nach Naht peripherer Nerven an den oberen Extremitäten
Mschr. Unfallheilk. 68, 308 (1965)

GLIMM, G.: Zur vereinfachten Sehnenplastik bei Radialislähmung nach K.H. BAUER
Chirurg 25, 24 (1954)

GOLDNER, J.L., u. J.M. KELLEY: Radial nerve injuries
South. Med. Ass. 51, 873 (1958)

HAAS: Zit. n. GLIMM

HENLE: Zit. n. M. LANGE

HÜBNER, I.: Subtrochantere Oberschenkelbrüche
Dissertation, München 1967

JALIFIER: Zit. n. M. LANGE

KAISER, G.: Lähmungen an Hand und Arm
Beitr. Orthop. 11, 12 (1964)

KARLSON, P.: Kurzes Lehrbuch der Biochemie
Thieme, Stuttgart 1961

KOPP, P., u. W. ONDRUF: Analyse von 100 typischen Radiusfrakturen bezüglich des Funktionsergebnisses sowie der Behandlungs- und Arbeitsunfähigkeitsdauer
Beitr. Orthop. 13, 257 (1966)

KOSIC, H.: Über Chirurgie und Regeneration durchtrennter peripherer Nerven
Klin. Med. 14, 612 (1959)

LANGE, M.: Unfallorthopädie
Enke, Stuttgart 1949

Ders.: Operationslehre 2. Aufl.
Bergmann, München 1962

LERICHE, R.: Zit. n. M. LANGE

LOB, A., u. J. PROBST: Schultergürtel und obere Gliedmaßen
In: Klinische Chirurgie für die Praxis, hg. v. DIEBOLD-JUNGHANNS-ZUKSCHWERDT, Bd. IV, Thieme, Stuttgart 1966

MARWEGE, H.: Sollen Oberarmschaftbrüche genagelt werden? (Ein Beitrag zur Küntschernagelung von Oberarmschaftbrüchen.)
Bruns' Beitr. z. Klin. Chir. 189, 245 (1954)

MAURER, Gg.: Ergebnisse nach Nervennähten
Langenbecks Arch.klin.Chir. 299, 171 (1961/62)

MOBERG, E., u. W. ASCHAN: The ninhydrin finger printing test used to map out partial lesions to hand nerves Acta chir. Scand. 123, 365 (1962)

MÜLLER, H.J.: Die Behandlung von Armverletzten mit krankengymnastischen, physikalischen und beschäftigungstherapeutischen Maßnahmen Unfallmed. Tagg. Landesverband Bayern d. gewerbl. BGen Oktober 1962 in Regensburg

MUMENTHALER, M.: Über Lähmungen peripherer Nerven in Extremitätenbereich Dtsch. med. Wschr. 87, 1887 u. 1967 (1964)

NIGST, H.: Die Chirurgie der peripheren Nerven Thieme, Stuttgart 1955

PHILIPPEAN: Zit. n. M. LANGE

SCHELLER, H.: Die Erkrankungen der peripheren Nerven In: Handbuch der inneren Med. Bd. 5/Teil 2, 4. Aufl., hg. v. BECKER, P.E., BODECHTEL, G., GAGEL, O., SCHELLER, H., SCHRADER, A. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953

SCHINK, W.: Die chirurgische Behandlung der Armnervenverletzungen Unfallmed. Tagg. Landesverband Bayern d. gewerbl. BGen Oktober 1962 in Regensburg

SCHNEIDER, K.H.: Die Armnervenverletzung und ihre Behandlung
Dissertation, München 1964

SCHULLER: Zit. n. W. SCHINK

SICK: Zit. n. M. LANGE

SEIBERTS: Zit. n. M. LANGE

SPIELMEYER: Zit. n. M. LANGE

STEINTHAL: Zit. n. M. LANGE

TUNCAY, R.: Unsere Erfahrungen bei der Behandlung von Oberarmschaftfrakturen
Zschr. Orthop. 103, 333 (1967)

VULPIAN: Zit. n. M. LANGE

WITT, A.N.: Der funktionelle Ersatz bei der irreparablen Radialislähmung
Chirurg 19, 167 (1948)

WOIJTA: Zit. n. GLIMM

ZIEGLER, F.: Indikation, Technik und Erfolg der operativen Behandlung der Radialisschäden
Zbl. Chir. 72, 1078 (1947)

ZRUBECKY, G.: Eine sensible Ersatzoperation bei vollständiger Medianuslähmung
Verhandl. Dtsch. Orthop. Gesellsch. 1958

Herrn Professor Dr. med. A. L o b , ehem. Chefarzt des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Murnau, danke ich herzlich für die Anregung und Vergabe der Arbeit, seine freundliche Unterstützung sowie für die Übernahme des Referates.

Herrn Professor Dr. Dr. h.c.R. Z e n k e r , Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik München, danke ich ergebenst für die Übernahme des Korreferates.

Herrn Priv.-Dozent Dr. med. J. P r o b s t , Chefarzt des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Murnau, sage ich für seine Hilfe bei der Gestaltung dieser Arbeit und seine Beratung in wissenschaftlichen Fragen sowie für Durchsicht und Korrektur meinen besten Dank.

Lebenslauf

Am 7. Januar 1937 wurde ich als Sohn des Architekten Hermann Kaiser und dessen Ehefrau Judith, geborene Rinck in München geboren.

In Warschau und Miesbach besuchte ich die Volksschule, in München bestand ich 1959 in der Ludwigs-Oberrealschule die Reifeprüfung. Im Anschluß daran studierte ich an der Universität München Medizin, wo ich 1967 die ärztliche Prüfung bestand.
Im Gemeindekrankenhaus Steingaden und im Kreiskrankenhaus Grafenau arbeitete ich insgesamt zwei Jahre als Medizinalassistent und Assistenzarzt und bekam im Dezember 1969 meine Approbation als Arzt. Seit Juli 1970 bin ich als Assistenzarzt im Städt. Krankenhaus München Harlaching tätig und beabsichtige, den Facharzt für Chirurgie zu erlangen.